



COMISIÓN PERMANENTE DE ASUNTOS TÉCNICOS

ASUNTO: SE RINDE INFORME Y DICTAMEN

DR. LUIS ENRIQUE PALAFOX MAESTRE
PRESIDENTE DEL CONSEJO UNIVERSITARIO
Presente.

Siendo las 10:30 horas del día 12 de agosto de 2026, se reunieron de manera virtual —por la plataforma Google Meet— quienes integran la COMISIÓN PERMANENTE DE ASUNTOS TÉCNICOS del Honorable Consejo Universitario de la Universidad Autónoma de Baja California, en acatamiento al citatorio girado por la M.I. EDITH MONTIEL AYALA, Secretaria de dicho cuerpo colegiado.

RESULTANDO

Que por acuerdo del pleno del H. Consejo Universitario, tomado en su sesión ordinaria del 21 de mayo de 2026, se encomendó a esta Comisión, acorde con lo establecido en el artículo 67 del *Estatuto General*, emitir dictamen respecto a la **propuesta de modificación del plan de estudios y cambio de denominación de Biólogo a Licenciatura en Biología, que presenta el Rector, por solicitud del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias**. Revisado el proyecto por quienes participaron en la sesión— que forman parte de esta Comisión— y por integrantes de las unidades académicas proponentes, de la Coordinación General de Formación Profesional, así como de los departamentos respectivos, se formulan las presentes:

CONSIDERACIONES:

Primera. Una vez analizada la propuesta, se discutió con las personas funcionarias y académicas responsables.

Segunda. Se realizaron las observaciones y recomendaciones pertinentes.

Tercera. Dichas observaciones y recomendaciones fueron incorporadas a la propuesta.

Por tanto, la Comisión Permanente de Asuntos Técnicos emite el siguiente:

DICTAMEN:

ÚNICO.- Se aprueba la modificación del plan de estudios y cambio de denominación de Biólogo a Licenciatura en Biología, propuesta que presenta el Rector, por solicitud del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California, cuya vigencia iniciará a partir del ciclo escolar 2027-1.



ATENTAMENTE

Mexicali Baja California, a 12 de agosto de 2026
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

INTEGRANTES DE LA COMISIÓN PERMANENTE DE ASUNTOS TÉCNICOS

JESÚS ANTONIO PADILLA SÁNCHEZ
Director de la Facultad de Ciencias
Administrativas y Sociales

HEIDY ANHELY ZÚÑIGA AMAYA
Directora de la Facultad de Ciencias
Humanas

GRICELDA MENDÍVIL ROSAS
Directora de la Facultad de Pedagogía e
Innovación Educativa

LETICIA GABRIELA RODRÍGUEZ
PEDRAZA
Directora de la Facultad de Enfermería

EDNA LUNA SERRANO
Directora del Instituto de Investigación y
Desarrollo Educativo

DAVID ABDEL MEJÍA MEDINA
Director de la Facultad de Ciencias de la
Ingeniería y Tecnología

DIANA DENISSE MERCHANT LEY
Directora de la Facultad de Humanidades
y Ciencias Sociales

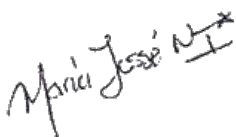
MARIO ALBERTO CURIEL ÁLVAREZ
Director del Instituto de Ingeniería



ENRIQUE RENÉ BASTIDAS PUGA
Profesor de la Facultad de Ingeniería



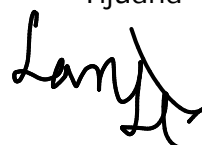
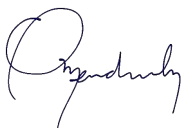
ANA MARÍA VÁZQUEZ ESPINOZA
Profesora de la Facultad de Ciencias
Administrativas, Sociales e Ingeniería



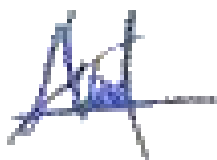
MARÍA JOSSE NAVARRO IBARRA
Profesora de la Facultad de Medicina y
Nutrición



MANUEL ALEJANDRO GARDEA
GONZÁLEZ
Profesor de la Facultad de Idiomas
Tijuana



DANIEL SALVADOR MANZANO
GUZMÁN
Alumno de la Facultad de Ciencias
Químicas e Ingeniería



ANGÉLICA REYES MENDOZA
Profesora de la Facultad de Ciencias de la
Ingeniería, Administrativas y Sociales



FEDERICO ZAVALA MOLINA
Alumno del Instituto de Ciencias Agrícolas





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

"2026, Año de la Educación para la Construcción de la Paz"

Licenciatura en Biología

Propuesta de modificación del plan de estudios y cambio de denominación que presenta la Facultad de Ciencias, Ensenada.



Ensenada, Baja California, México. Octubre de 2026

**Propuesta de modificación del Plan de Estudios 2017-2 y
cambio de denominación de Biólogo a
Licenciatura en Biología**
Facultad de Ciencias



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

DIRECTORIO

Dr. Luis Enrique Palafox Maestre
Rector

M.I. Edith Montiel Ayala
Secretaria General

Dra. Lus Mercedes López Acuña
Vicerrectora campus Ensenada

Dra. Haydeé Gómez Llanos Juárez
Vicerrectora campus Tijuana

Dr. Jesús Adolfo Soto Curiel
Vicerrector campus Mexicali

Dra. Yessica Espinosa Díaz
Coordinadora General de Formación Profesional

Dr. Alberto Leopoldo Moran y Solares
Director de la Facultad de Ciencias

Dr. Antelmo Castro López
Jefe del Departamento de Diseño Curricular



PROYECTO DE MODIFICACIÓN

Coordinador

Dr. Julio Enrique Valencia Suárez

Comité de Diseño Curricular

Dra. Angélica Colín Martínez

Dr. Julio Enrique Valencia Suárez

Dr. Gonzalo De León Girón

Dr. Carlos Alberto Flores López

Dr. Aldo Antonio Guevara Carrizales

Dr. Anwar Israel Medina Villarreal

Dr. Ulises Gregorio Pacheco Bardullas

Coordinación metodológica y técnica del diseño curricular

Dr. Antelmo Castro López

Dra. Yessica Espinosa Díaz

Dra. Ananda Aracely Navarro Barrera

Mtra. Itzel Ashanty Moreno Heras

Diseño de programas de unidad de aprendizaje

Dra. María Evarista Arellano García

Dr. Rafael Bello Bedoy

Dr. Manuel Alejandro Carballo Amador

Dra. Angélica Colín Martínez

Dr. Ricardo Cruz López

Dr. Walter Daesslé

Dr. Gonzalo De León Girón

Dra. Rosa Ana de Luca Zuria

Dr. José Delgadillo Rodríguez

Dr. Carlos Alberto Flores López

Dr. Aldo Antonio Guevara Carrizales

Dra. Socorro Jiménez Valera

Dra. Juana Claudia Leyva Aguilera

M. en C. Eugenio Leyva Figueroa

Dr. José Manuel López Rodríguez

Dr. Julio Lorda Solórzano

Dr. Andrés Martínez Aquino
Dra. Miriam Martínez Chávez
Dr. Anwar Israel Medina Villarreal
Dra. Dalia Marcela Muñoz Pizza
Dra. Estrella Azalia Núñez Zarco
Dr. Alexandro Orozco Durán
M. en C. Magdiel Orozco Valdivia
Dr. Héctor Francisco Ortiz Kerbertt
Dr. Ulises Gregorio Pacheco Bardullas
Dra. Alejandra Ramos González
Dra. Claudia Alejandra Reyes Valdez
Dr. Gorgonio Ruiz Campos
Dr. Alejandro Sánchez González
Dr. David Schneider
Dr. Jacob Alberto Valdivieso Ojeda
Dr. Julio Enrique Valencia Suárez
Dr. Alfredo Francisco Yanez Montalvo

Conducción y acompañamiento en el diseño de programas de unidad de aprendizaje

Dra. Ananda Aracely Navarro Barrera
Mtra. Itzel Ashanty Moreno Heras
Mtra. Melissa Zuno Bolaños
Mtra. Brianda Guadalupe García Guerrero
Lic. Verónica Elizabeth Rosas Rojas
Lic. Ana Luisa Ramírez Jiménez

Índice

1. Introducción	9
2. Justificación	12
2.1. Fundamentación social	14
2.2. Fundamentación de la profesión	19
2.3. Fundamentación institucional.....	27
3. Filosofía y enfoque educativo	39
3.1. Articulación institucional y del programa educativo	43
4. Plan de estudios	48
4.1. Perfil de ingreso	48
4.2. Perfil de egreso	50
4.3. Campo profesional	51
4.4. Mapa curricular.....	52
4.5. Distribución de créditos y de unidades de aprendizaje	53
4.6. Características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación	54
4.7. Características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento	57
4.8. Tipología de las unidades de aprendizaje	59
4.9. Equivalencias de las unidades de aprendizaje.....	64
5. Estructura y componentes formativos del plan de estudios.....	66
5.1. Etapas de formación	66
5.1.1. Etapa básica	67
5.1.2. Etapa disciplinaria	67
5.1.3. Etapa terminal	68
5.2. Promoción de competencia en el idioma inglés	69
5.3. Integración de tecnologías de la información e inteligencia artificial	77
5.4. Promoción de habilidades blandas para el ejercicio de la profesión	83
5.5. Propuesta de certificados	87
5.6. Bienestar estudiantil	87
6. Modalidades de aprendizaje y obtención de créditos	90

6.1. Modalidades curriculares (ruta estructurada del plan de estudios)	90
6.1.1. Unidades de aprendizaje obligatorias	91
6.1.2. Unidades de aprendizaje optativas	92
6.1.3. Otros cursos optativos	92
6.2. Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos (OMAS)	93
6.2.1. Estudios independientes	94
6.2.2. Ayudantía docente	95
6.2.3. Ayudantía de investigación	95
6.2.4. Ejercicio investigativo	96
6.2.5. Ayudantía de laboratorio	97
6.2.6. Apoyo a actividades de extensión y vinculación	98
6.2.7. Proyectos de vinculación con valor en créditos (PVVC)	99
6.2.8. Programa de emprendedores universitarios	102
6.2.9. Unidades de aprendizaje por asesoría académica	102
6.2.10. Actividades para la formación en valores.....	103
6.2.11. Movilidad e intercambio estudiantil	105
6.2.12. Actividades artísticas, culturales y deportivas	108
6.2.13. Cursos intersemestrales	109
6.3. Modalidades obligatorias y requisitos institucionales de egreso	109
6.3.1. Servicio social comunitario y profesional	110
6.3.2. Prácticas profesionales	111
6.3.3. Lengua extranjera	112
6.3.4. Modalidades de titulación.....	113
7. Condiciones institucionales para la operación del plan de estudios	116
7.1. Difusión del programa educativo	117
7.2. Planta académica.....	119
7.3. Cuerpos académicos.....	121
7.4. Infraestructura, materiales y equipamiento	123
7.5. Recursos bibliográficos y de información	124
7.6. Programa de Tutoría Académica.....	131
7.7. Servicios de apoyo al estudiantado.....	133

8. Sistema de evaluación y aseguramiento de la calidad	137
8.1. Evaluación del plan de estudios	138
8.2. Evaluación del aprendizaje	139
8.3. Evaluación colegiada del aprendizaje	141
8.4. Uso de resultados y mejora continua	142
9. Proceso de validación curricular del plan de estudios	143
9.1. Evaluación por pares externos	144
9.2. Opinión técnica del Consejo de Vinculación	164
9.3. Aprobación del Consejo Técnico	183
9.4. Validación por la Coordinación General de Formación Profesional	187
10. Referencias	188
11. Anexos	192
11.1. Anexo 1. Formatos metodológicos	192
11.2. Anexo 2. Programas de unidad de aprendizaje	196
11.3. Anexo 3. Evaluación externa e interna del programa educativo	911

1. Introducción

La modificación del Plan de Estudios 2017-2 de la Licenciatura en Biología surge como una respuesta necesaria ante la transición de las ciencias de la vida hacia modelos de investigación de alta complejidad, donde la observación tradicional se fusiona con el análisis cuantitativo y las técnicas en Biología molecular. Actualmente, la disciplina se posiciona como un eje estratégico para el desarrollo regional y global, impulsada por la integración de la bioinformática, el manejo biotecnológico y las estrategias de mitigación frente a la crisis climática. Bajo este nuevo paradigma, el programa académico busca formar profesionales con una visión sistémica, capaces de incidir en sectores productivos y científicos mediante una praxis fundamentada en el rigor ético y el compromiso con la preservación de la biodiversidad.

Las tendencias contemporáneas que están rediseñando el panorama de la Biología se alinean con la consolidación de la bioeconomía y la gestión del conocimiento científico. En la actualidad, destacan áreas críticas como la genómica funcional y la edición genética; el análisis de grandes volúmenes de datos biológicos para el modelado de ecosistemas; la biotecnología aplicada a la salud y la seguridad alimentaria; así como el monitoreo de la resiliencia ambiental en entornos bajo presión antropogénica. De manera transversal, el ejercicio profesional hoy exige la integración de marcos éticos robustos, principios de bioseguridad y criterios de justicia ambiental, respondiendo a las profundas implicaciones sociales y ecológicas de la intervención humana en los procesos naturales.

La importancia de la Biología en el contexto global es estratégica debido a su capacidad para articular soluciones en sectores vitales para el desarrollo humano. Su influencia es determinante en campos como la medicina personalizada, la remediación de suelos y aguas, la agricultura sostenible y la gestión de políticas públicas ambientales. Para el estado de Baja California, región caracterizada por una biodiversidad única y una estrecha vinculación con centros de innovación transfronterizos, los biólogos se convierten en actores clave para la transición hacia modelos productivos sustentables. Su papel es fundamental no solo en la generación de conocimiento científico de

vanguardia, sino en la protección del patrimonio natural y el impulso de la competitividad regional basada en el aprovechamiento responsable de los recursos bióticos.

En su proceso de consolidación, la Biología ha ampliado de manera significativa sus ámbitos de intervención profesional. Actualmente, las personas egresadas no se limitan al dominio de fundamentos teóricos y técnicas de laboratorio, sino que participan activamente en la gestión de proyectos de conservación, el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas y la ejecución de investigación aplicada orientada a la solución de problemáticas ambientales, sociales y productivas, bajo un carácter interdisciplinario en equipos de trabajo vinculados a diversas áreas del conocimiento contribuyendo al análisis y atención de fenómenos complejos desde una perspectiva sistémica.

Bajo este escenario, se propone el Plan de Estudios 2026-2 que atiende a la urgencia de sintonizar la formación académica con las exigencias actuales y las proyecciones futuras del entorno científico. El objetivo fue consolidar un perfil de egreso caracterizado por competencias técnicas rigurosas, una alta capacidad de síntesis para la resolución de conflictos biológicos y un pensamiento crítico que impulse la innovación con un sentido ético hacia los sistemas vivos. Con esto, la Licenciatura en Biología se reafirma como un pilar estratégico para el progreso científico y social, que aporta de forma sustancial a la edificación de una sociedad más justa, resiliente y fundamentada en el aprovechamiento sostenible del conocimiento.

En este documento se presenta la propuesta de modificación del plan de estudios del programa educativo Licenciatura en Biología, elaborada en congruencia con la filosofía institucional, el enfoque basado en competencias y la flexibilidad curricular que orientan el desarrollo de programas educativos de la Universidad Autónoma de Baja California (2018). El trabajo se sustenta en los resultados de la evaluación externa e interna del programa educativo, así como en el análisis de las tendencias contemporáneas del campo biológico, con el propósito de fortalecer la pertinencia, coherencia y calidad de la formación profesional, en correspondencia con las demandas científicas, ambientales y sociales del contexto.

Para su análisis y valoración, el documento se estructura en apartados que integran de manera articulada los fundamentos, componentes y condiciones de operación del plan de estudios. En primer término, se presenta la introducción; posteriormente, la

justificación, que incorpora la fundamentación social, de la profesión e institucional, sustentada en evidencia empírica y diagnóstica. Enseguida, se desarrolla la filosofía y el enfoque pedagógico que orientan la propuesta, así como su articulación con el marco institucional.

El apartado correspondiente al plan de estudios expone sus elementos sustantivos, incluyendo el perfil de ingreso, el perfil de egreso, el campo profesional y la organización curricular, considerando la distribución de créditos, las características de las unidades de aprendizaje y su estructuración por etapas de formación y áreas de conocimiento. De manera complementaria, se describen la estructura y componentes formativos, las estrategias para la promoción de competencias transversales, así como las modalidades de aprendizaje y obtención de créditos, en congruencia con los principios de flexibilidad curricular.

Asimismo, se presentan las condiciones institucionales que garantizan la viabilidad del programa, el sistema de evaluación y aseguramiento de la calidad orientado a la mejora continua, y el proceso de validación curricular que respalda la propuesta. Finalmente, se incluyen las referencias y anexos que documentan y sustentan el desarrollo metodológico, académico y normativo del plan de estudios.

2. Justificación

La modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) se sustenta en la necesidad de responder de manera pertinente y estratégica a las transformaciones profundas que han experimentado las ciencias de la vida en las últimas décadas. La Biología contemporánea ha transitado de enfoques predominantemente descriptivos hacia modelos de investigación caracterizados por su alta complejidad, en los que convergen la observación tradicional, el análisis cuantitativo y el uso intensivo de herramientas como la biología molecular, la bioinformática y la biotecnología. Este cambio paradigmático exige la formación de profesionales con competencias integrales que les permitan comprender, modelar e intervenir en sistemas biológicos complejos desde una perspectiva sistémica.

En este contexto, la disciplina adquiere un papel estratégico tanto a nivel global como regional, al contribuir de manera directa en la generación de soluciones para problemáticas críticas como la crisis climática, la pérdida de biodiversidad, la seguridad alimentaria y la salud pública. Áreas emergentes como la genómica funcional, el análisis de grandes volúmenes de datos biológicos y la biotecnología aplicada han redefinido los campos de acción del biólogo, demandando una preparación académica sólida, interdisciplinaria y orientada a la innovación. De manera transversal, estas tendencias implican la incorporación de marcos éticos robustos, principios de bioseguridad y enfoques de justicia ambiental, indispensables para un ejercicio profesional responsable frente a los impactos sociales y ecológicos de la intervención humana.

Particularmente, en el estado de Baja California, caracterizado por su alta biodiversidad y su vinculación con ecosistemas estratégicos y dinámicas de innovación transfronteriza, la formación de biólogos adquiere una relevancia significativa. Los profesionales en este campo se posicionan como actores clave en la transición hacia modelos de desarrollo sustentable, participando en la conservación de los recursos naturales, la implementación de soluciones biotecnológicas y el fortalecimiento de sectores productivos basados en el aprovechamiento responsable de los recursos bióticos. En este sentido, la actualización del programa educativo responde también a las

demandas específicas del entorno regional, alineándose con las oportunidades de desarrollo científico, tecnológico y económico.

Asimismo, el ejercicio profesional de la Biología ha ampliado sus ámbitos de incidencia, trascendiendo el dominio de conocimientos teóricos y habilidades técnicas básicas para incluir la gestión de proyectos de investigación y conservación, el diseño de protocolos biotecnológicos y la participación en equipos interdisciplinarios. Esta diversificación del campo profesional requiere un perfil de egreso con competencias que integren el pensamiento crítico, la capacidad de síntesis, la resolución de problemas complejos y un sólido compromiso ético con la preservación de la vida en todas sus formas.

En congruencia con el compromiso institucional de la UABC de ofrecer programas educativos pertinentes, de calidad y orientados a la formación de capital humano altamente competente, el Plan de Estudios 2017-2 de la Licenciatura en Biología fue sometido, tras siete años de operación, a un proceso de evaluación interna y externa. Los resultados de este proceso evidenciaron la necesidad de actualizar y fortalecer la estructura curricular para garantizar su pertinencia frente a los avances científicos y las demandas del entorno social y productivo. En consecuencia, la propuesta de modificación se diseña bajo los principios del Modelo Educativo de la UABC, incorporando el enfoque basado en competencias y la flexibilidad curricular como ejes articuladores de la formación.

La actualización del plan de estudios tiene como propósito consolidar un perfil de egreso que combine rigor científico, capacidad de innovación y responsabilidad social, preparando profesionales capaces de incidir en la generación de conocimiento y en la solución de problemáticas contemporáneas desde una perspectiva sustentable. De esta manera, la Licenciatura en Biología se reafirma como un programa estratégico para el desarrollo científico, ambiental y social, contribuyendo de forma significativa a la construcción de una sociedad más equitativa, resiliente y sustentada en el uso responsable del conocimiento científico.

2.1. Fundamentación social

La fundamentación de un programa educativo constituye un ejercicio estratégico de integración y síntesis, orientado a establecer con precisión las razones disciplinares, sociales e institucionales que sustentan la modificación de un plan de estudios (Serna y Castro, 2018). En el caso particular de la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), este proceso se inscribe en una coyuntura histórica marcada por la aceleración de las transformaciones ambientales y la emergencia de nuevos paradigmas en la gestión de la vida y los recursos naturales. Bajo este escenario, la presente fundamentación social se deriva de un diagnóstico integral que permite identificar las brechas entre la formación académica y las demandas de un entorno globalizado en crisis socioambiental (Luna y Hernández, 2025). Esta necesidad de actualización responde a la urgencia de fortalecer las competencias profesionales frente a los desafíos del siglo XXI, toda vez que la evaluación externa (que integró la visión de empleadores y egresados) reveló que el perfil de quienes egresan debe transitar de una labor puramente descriptiva hacia un enfoque integrador y transdisciplinario, posicionado estratégicamente en la resolución de problemas complejos (Luna y Hernández, 2025).

Dicha reorientación técnica se fundamenta en la evidencia recolectada sobre la pérdida de biodiversidad y la escasez de recursos vitales en el Noroeste de México, donde la relevancia social de la carrera adquiere dimensiones críticas debido a la fragilidad de los ecosistemas áridos y costeros sujetos a presiones antropogénicas sin precedentes. El personal profesional de la Biología en la UABC trasciende el rol científico tradicional para convertirse en un actor social que mitiga el impacto humano y promueve un desarrollo regional sustentable, apoyando su pertinencia en pilares como las necesidades sociales urgentes y el entorno de la profesión (Serna y Castro, 2018). Para incidir efectivamente en esta realidad, la población egresada debe poseer capacidades para intervenir en problemáticas donde la dimensión biológica se entrelaza con factores económicos y políticos, abordando desafíos específicos como la incertidumbre taxonómica. Este vacío de conocimiento impide la clasificación precisa de especies y dificulta la toma de decisiones bioéticas sobre su manejo, generando lagunas en la planeación territorial (Luna y Hernández, 2025), tal como se describe a continuación:

Tabla 1.***Matriz de Pertinencia Social y Necesidades de Intervención Profesional***

Problemática Social Identificada	Ámbito de Impacto	Necesidad de Intervención Profesional
Incertidumbre Taxonómica	Científico / Legal	Resolución de vacíos de clasificación mediante muestreo molecular y ecológico. ¹
Crisis Socioambiental	Comunitario / Regional	Construcción de sistemas socioecológicos resilientes e integración de saberes tradicionales. ¹
Disparidades Científicas	Nacional / Regional	Aplicación de biotecnología y biología molecular para reducir el rezago respecto al centro del país. ¹
Inseguridad Hídrica	Estatal / Social	Gestión, saneamiento y remediación de acuíferos ante la escasez crónica en Baja California. ³
Contaminación Emergente	Salud Pública / Ecológico	Análisis de impactos de microplásticos y contaminantes en la cadena trófica y salud humana. ⁶

Fuente. Elaboración propia

Aunado a lo anterior, la disparidad en el avance científico regional representa una necesidad apremiante; mientras el centro del país destaca en investigación molecular, el Noroeste requiere una integración acelerada de la biotecnología aplicada a la salud y la agricultura para fortalecer la soberanía alimentaria (Luna y Hernández, 2025). Paralelamente, la crisis del agua en Baja California se ha posicionado como un conflicto público de primer orden ante un escenario de estrés hídrico proyectado hacia el año 2030, ante lo cual el programa educativo responde mediante la formación especializada en seguridad hídrica y remediación de ecosistemas. La respuesta más significativa de esta modificación es la consolidación del área de Sistemas Socioecológicos (SSE), enfoque que supera la dicotomía tradicional entre naturaleza y sociedad al reconocer a los seres humanos como parte integral de la biosfera (Martín-López, 2009; Luna y Hernández, 2025).

La implementación de los SSE en la región permite a las y los profesionales actuar como mediadores capaces de proponer soluciones basadas en la comprensión de interacciones sistémicas y sistemas de gobernanza, especialmente en zonas donde la gestión comunitaria posee una gran parte de la riqueza biológica (Ostrom, 2014; CONANP, 2022). Esta visión sistémica promueve la resiliencia socioambiental mediante metodologías participativas que validan los saberes tradicionales como base científica

para el manejo sustentable (Martín-López, 2009). Bajo este marco, el manejo de la vida silvestre se redefine como una práctica profesional orientada a la conservación, mitigación y adaptación frente a los impactos ambientales reales (Luna y Hernández, 2025), integrando dimensiones éticas y sociales esenciales:

Tabla 2.

Articulación del Manejo de Vida Silvestre con el Enfoque Social y Ético.

Dimensión del Manejo de Vida Silvestre	Enfoque Social y Ético	Objetivo Profesional
Resiliencia Ambiental	Diseño de estrategias de adaptación al cambio climático y mitigación de impactos. ¹	Promover la estabilidad de los ecosistemas ante disturbios antropogénicos. ¹
Inclusión de Saberes	Valoración e integración de conocimientos tradicionales y saberes locales. ¹	Fortalecer la identidad cultural y la efectividad del manejo comunitario. ¹
Participación y Gobernanza	Implementación de modelos de decisión colectiva y diálogo con actores sociales. ¹	Asegurar la equidad y solidaridad en la gestión de recursos naturales. ¹
Comunicación de la Ciencia	Divulgación de conocimientos biológicos para fomentar la agencia ciudadana. ¹	Cerrar la brecha entre la investigación académica y la práctica social. ¹

Fuente. Elaboración propia

Esta transición disciplinar se refleja también en un mercado laboral en diversificación, donde la tasa de ocupación para quienes ejercen la Biología en México se mantiene alta, aunque la informalidad en el sector exige una formación más adaptativa (IMCO, 2025a; Secretaría de Economía, 2025). No obstante, los datos indican que en los puestos de alta especialización la informalidad desciende significativamente, y contar con estudios de posgrado resulta determinante para incrementar los ingresos en más de un 35% (IMCO, 2025a). La distribución laboral actual y las áreas de desempeño proyectadas subrayan la importancia de preparar a las y los egresados para sectores que van desde los servicios profesionales hasta la manufactura biotecnológica:

Tabla 3.

Principales Sectores de Inserción Laboral y Áreas de Desempeño Profesional.

Sector de Trabajo	Porcentaje de Participación	Ejemplos de Áreas de Inserción
Servicios Sociales y Educación	41.2%	Docencia media y superior, salud pública, investigación clínica. ¹³
Servicios Profesionales y Técnicos	13.1%	Consultoría ambiental, estudios de impacto, laboratorios privados. ¹²
Gobierno y Organismos	11.0%	Gestión de ANP, políticas públicas, administración de recursos. ¹
Comercio y Manufactura	16.9%	Industria farmacéutica, alimentaria y biotecnológica. ¹³
Agricultura, Pesca y Ganadería	4.0%	Manejo de recursos forestales, acuicultura, sanidad vegetal. ¹

Fuente. Elaboración propia

Las proyecciones para los próximos años indican un crecimiento sostenido en áreas vinculadas a la biotecnología, la bioinformática y la economía del cuidado ambiental. El mercado laboral futuro priorizará competencias como el pensamiento creativo, la resiliencia y el manejo de Big Data e inteligencia artificial para el análisis de sistemas biológicos complejos (IMCO, 2025b). Ante este panorama, la población profesional de la Biología en la UABC se prepara para desempeñarse en la administración pública, la industria de la transformación y el emprendimiento, brindando servicios especializados en consultoría de recursos naturales, SIG y biotecnología aplicada.

Para asegurar la pertinencia del programa, durante el primer semestre de 2025 se integró la visión del sector empleador mediante una investigación empírica centrada en identificar los requerimientos actuales de conocimientos, habilidades y valores (Luna y Hernández, 2025). El estudio contó con la participación de ocho empleadores clave de los sectores de investigación, consultoría ambiental, salud y gestión gubernamental en el Noroeste de México, logrando una representatividad del 61.5% de la muestra objetivo. Estos actores proporcionaron información esencial para fundamentar los cambios curriculares (Luna y Hernández, 2025).

Aunque se reconoce en las y los licenciados de la UABC una sólida formación ética y compromiso con la calidad, el sector empleador señala la necesidad urgente de fortalecer las siguientes áreas para mejorar la competitividad de quienes egresan:

- Capacidades de Gestión: Toma de decisiones y administración de proyectos, presupuestos y recursos humanos.
- Dominio Tecnológico: Herramientas de análisis bioinformático, modelado ecológico y técnicas experimentales de vanguardia para la industria farmacéutica y alimentaria.
- Comunicación y Segundo Idioma: Dominio del inglés para la consulta de bases de datos globales y colaboración internacional.
- Adaptabilidad y Liderazgo: Capacidad crítica y resiliencia para guiar cambios sociales y tecnológicos (Luna y Hernández, 2025).

Derivado de lo anterior, se sugiere que la modificación curricular considere la actualización constante en genética poblacional y biotecnología sintética; la inclusión de asignaturas sobre legislación ambiental y políticas públicas; el fortalecimiento de habilidades blandas y el fomento a la investigación autónoma para resolver problemas derivados de la crisis socioambiental (Luna y Hernández, 2025).

Complementariamente, el seguimiento realizado a una muestra de 31 egresadas y egresados permitió contrastar la utilidad de la formación académica frente a la realidad laboral. Los resultados reafirman que la ética y el compromiso ambiental son las mayores fortalezas del programa, pero identifican requerimientos no cubiertos por el plan previo, tales como el fortalecimiento de prácticas de campo, capacidades de emprendimiento científico, actualización en herramientas genómicas y habilidades de negociación para puestos de dirección (Luna y Hernández, 2025).

En consecuencia, la población egresada recomienda a la unidad académica actualizar la oferta de unidades de aprendizaje optativas con temas como restauración de sistemas socioecológicos y gestión hídrica avanzada; asegurar infraestructura de vanguardia; implementar programas robustos de vinculación y reforzar el dominio del inglés técnico de manera transversal a lo largo de la carrera (Luna y Hernández, 2025).

La fundamentación aquí expuesta demuestra que esta modificación curricular es una respuesta necesaria a la crisis ambiental y social del Noroeste de México. Al atender problemáticas críticas como la incertidumbre taxonómica, la escasez hídrica y las disparidades científicas, la UABC cumple su misión de formar recursos humanos capaces de transformar su entorno con responsabilidad. La incorporación del área de Sistemas

Socioecológicos y el enfoque renovado en el manejo de vida silvestre garantizan que la Biología en la UABC se consolide como un pilar para la sustentabilidad, la equidad y el bienestar de la sociedad bajacaliforniana (Luna y Hernández, 2025).

2.2. Fundamentación de la profesión

La disciplina de la biología atraviesa, en el tercer decenio del siglo XXI, una transformación paradigmática que redefine sus objetos de estudio, su función social y su compromiso ético (Luna y Hernández, 2025). En el contexto de los desafíos globales del Antropoceno, el ejercicio profesional en México debe trascender la formación técnica tradicional para consolidarse como un actor estratégico capaz de gestionar la complejidad de la vida en todas sus escalas, desde la molecular hasta la biosférica, integrando las dinámicas naturales con las realidades socioeconómicas. Esta fundamentación justifica la pertinencia de un programa educativo estructurado bajo una visión integradora que responde a la crisis ambiental contemporánea y a las demandas de un mercado laboral altamente especializado (Serna y Castro, 2018). Históricamente, la formación en esta área se centró en la exploración y catalogación de la megadiversidad; sin embargo, las exigencias del presente demandan una transición hacia el manejo sostenible, la restauración de ecosistemas degradados y la innovación biotecnológica con responsabilidad social (Luna y Hernández, 2025).

Esta relevancia se acentúa ante la crisis climática y la pérdida de servicios ecosistémicos esenciales. México, como país líder en riqueza biótica, enfrenta amenazas derivadas de la fragmentación de hábitats, donde una proporción significativa de los bosques remanentes se encuentra en fragmentos reducidos que comprometen la integridad biológica (Semarnat, 2025). En este escenario, la población profesional de la biología asume la responsabilidad de generar conocimiento para enfrentar riesgos como la sequía extrema, cuya proyección de impacto territorial es crítica para el año 2100 (IPCC, 2022). Particularmente, quienes egresan de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) tienen la misión de abordar los vacíos de información en el Noroeste de México, una región caracterizada por altas tasas de endemismo y fragilidad en sus ecosistemas áridos y marinos (Luna y Hernández, 2025). La profesión requiere hoy una capacidad crítica para integrar conocimientos disciplinares con saberes tradicionales,

construyendo sistemas resilientes que se adapten a las perturbaciones ambientales y sociales, como se sistematiza a continuación:

Tabla 4.

Evolución y Pertinencia de la Profesión en el Siglo XXI.

Dimensión de la Profesión	Enfoque Tradicional	Enfoque Contemporáneo (Plan 2027-1)
Objeto de estudio	Organismos y ecosistemas aislados.	Sistemas Socioecológicos complejos.
Metodología	Observación y experimentación in situ.	Taxonomía integrativa, IA y análisis transdisciplinario.
Función Social	Conservación contemplativa.	Gestión, mitigación y resiliencia socioambiental.
Ámbito de acción	Academia y laboratorios.	Industria, gobierno, ONGs y emprendimiento social.

Fuente. Elaboración propia

El cambio más disruptivo en la arquitectura curricular de este programa es la creación y consolidación del área de Sistemas Socioecológicos (SSE) (Luna y Hernández, 2025). Esta decisión responde a la insuficiencia del enfoque biológico puro para resolver problemas ambientales que tienen sus raíces en dinámicas económicas y políticas. El estudio de los SSE se define por la interacción indisoluble entre los sistemas sociales y los ecológicos (Martín-López, 2026), bajo la premisa de que los componentes culturales y políticos determinan la salud de los procesos biológicos. La justificación de esta área reside en la necesidad de formar profesionales que puedan navegar en la complejidad, utilizando marcos de la teoría de los Sistemas Complejos Adaptativos (SCA) para comprender cómo los entornos pueden absorber perturbaciones y reorganizarse. En un país con gran diversidad cultural, es imperativo incorporar la "memoria socioecológica" (el conocimiento acumulado por comunidades locales y pueblos indígenas) para diseñar estrategias de conservación efectivas y legítimas (Luna y Hernández, 2025).

Un pilar fundamental de esta perspectiva es el estudio de la gobernanza de los bienes comunes. Siguiendo las aportaciones de Elinor Ostrom, el programa enfatiza que la autogestión comunitaria basada en la confianza y la acción colectiva suele ser más robusta que la imposición de regulaciones externas (Ostrom, 2014). Las y los profesionales capacitados en SSE actúan como facilitadores de la gobernanza

policéntrica, ayudando a las comunidades a diseñar reglas de uso y monitoreo para recursos como el agua, los bosques y las pesquerías, una competencia crucial para el manejo de zonas áridas y marinas en el Noroeste (Ostrom, 2014). Así, el área de SSE dota de "agencia" para influir en políticas públicas, asegurando que la conservación de la biodiversidad contribuya directamente a la justicia social y a la equidad de género (Luna y Hernández, 2025), operando bajo las variables y herramientas que se presentan enseguida:

Tabla 5

Matriz de Componentes y Herramientas para el Análisis de Sistemas Socioecológicos.

Componente del Sistema Socioecológico	Variables de Análisis para el Biólogo	Herramientas de Intervención
Subsistema Ecológico	Biodiversidad, ciclos biogeoquímicos, resiliencia.	Monitoreo biológico, restauración ecológica.
Subsistema Social	Instituciones, cultura, demografía, economía.	Diagnóstico participativo, análisis de actores.
Interacciones	Servicios ecosistémicos, extracción, contaminación.	Evaluación de impacto, diseño de políticas.
Gobernanza	Reglas de uso, sistemas de sanción, policentrismo.	Gestión de bienes comunes, mediación de conflictos.

Fuente. Elaboración propia

A pesar de los avances tecnológicos, la identificación de los seres vivos sigue siendo la base de cualquier intervención. El área de Biodiversidad y Taxonomía se fundamenta en la capacidad de resolver incertidumbres sobre la composición biótica regional, integrando herramientas moleculares y digitales en lo que se denomina "taxonomía integrativa" (Cibnor, 2026; Luna y Hernández, 2025). Este conocimiento es esencial para la toma de decisiones en el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas y para la recuperación de áreas impactadas (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías, 2023). La formación incorpora técnicas de vanguardia como la secuenciación de nueva generación (NGS) y el análisis de ADN ambiental (eDNA), las cuales permiten identificar especies raras o invasoras de manera no invasiva, con aplicaciones que van desde el monitoreo de ecosistemas hasta la ciencia forense biológica para combatir el tráfico ilegal de vida silvestre (Cibnor, 2026). Asimismo, las colecciones biológicas se revalorizan como centros de información genética que,

mediante la bioinformática, se conectan con bases de datos globales facilitando la colaboración internacional (Cibnor, 2026).

En paralelo, el área de Biología Molecular y Biotecnología posiciona al programa en la frontera de la innovación, respondiendo a la necesidad de soberanía tecnológica y salud pública. La biotecnología actual se define por avances disruptivos como la edición genética mediante CRISPR-Cas9 y el desarrollo de terapias basadas en ARNm (E-medic, 2025). Para el Noroeste de México, estas herramientas son fundamentales para desarrollar cultivos resistentes al estrés hídrico, asegurando la producción de alimentos en un clima cambiante. La formación en esta área se alinea con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, que busca convertir al país en una potencia científica mediante la fabricación nacional de productos biofarmacéuticos (Plan México, 2025). Además, la convergencia con la Inteligencia Artificial (IA) para el análisis de genomas masivos es un eje central de la fundamentación, preparando a las y los licenciados para procesar grandes volúmenes de datos, siempre bajo un compromiso bioético estricto sobre la manipulación de la vida y la privacidad genética (OECD, 2023).

Tabla 6.

Áreas Estratégicas y Tecnologías de Vanguardia en la Práctica Biológica Contemporánea.

Sector de Aplicación	Problema Atendido	Tecnología Clave
Salud Pública	Enfermedades emergentes, zoonosis, cáncer.	CRISPR, terapias génicas, vacunas ARNm.
Agricultura	Estrés hídrico, plagas, seguridad alimentaria.	Mejoramiento genético, biofertilizantes.
Industria	Biocombustibles, biomateriales, biorremediación.	Ingeniería metabólica, microbiología industrial.
Investigación	Conocimiento fundamental de la vida.	Bioinformática, IA, proteómica.

Fuente. Elaboración propia

El ejercicio profesional en la Biología en México muestra una solidez laboral notable, con una tasa de ocupación del 95.2% (IMCO, 2025a). Sin embargo, la evaluación externa del programa indica que los empleadores demandan una formación más equilibrada entre el rigor científico y las habilidades prácticas de gestión y coordinación interdisciplinaria (Luna y Hernández, 2025).

El campo de trabajo de las y los Licenciados en Biología se ha diversificado más allá de la academia. Hoy en día, las y los biólogos desempeñan funciones críticas en diversos sectores (IMCO, 2025b):

1. Servicios Profesionales y Consultoría: Elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA), auditorías ambientales y planes de manejo de vida silvestre para empresas constructoras y de energía.
2. Sector Gubernamental: Gestión de Áreas Naturales Protegidas en la CONANP, monitoreo de biodiversidad en la CONABIO y supervisión ambiental en la PROFEPA.
3. Industria Alimentaria y Acuicultura: Control de calidad microbiológica, seguridad alimentaria y gestión de granjas acuícolas, especialmente relevante en las costas del Noroeste.
4. Emprendimiento y Ejercicio Libre: Consultorías independientes y desarrollo de proyectos de turismo de naturaleza y restauración ecológica.

Tabla 7.

Caracterización del Mercado Laboral y Roles Profesionales de Profesionistas en Biología.

Sector Laboral	Participación	Rol Principal de Profesionistas en Biología
Servicios Sociales y Educación	41.2%	Docencia e investigación científica.
Servicios Profesionales y Corporativos	13.1%	Consultoría ambiental y técnica.
Gobierno y Org. Internacionales	11.0%	Política pública y conservación.
Comercio e Industria Manufacturera	16.9%	Control de calidad y biotecnología.
Agricultura y Ganadería	4.0%	Manejo de recursos y sanidad vegetal/animal.

Fuente. Elaboración propia

La formación continua es determinante en el éxito económico para quienes ejercen la Biología. Mientras la percepción inicial oscila entre \$8,000 y \$12,000 MXN mensuales, el posgrado permite un incremento salarial del 169.58%, alcanzando promedios de \$29,551 MXN (Secretaría de Economía, 2025). Esta disparidad justifica un plan de estudios que facilite el acceso a especializaciones en biotecnología, gestión ambiental y sostenibilidad. Asimismo, la evaluación interna reveló que el 50% del sector empleador

demanda actualizar la formación para enfrentar retos futuros (Luna y Hernández, 2025); por ello, el nuevo plan integra competencias en gestión de recursos, formulación de proyectos y tecnologías digitales, vinculando la investigación científica con soluciones tecnológicas.

Bajo esta premisa, la profesión resulta indispensable para los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030 (Gobierno de México, 2025), destacando las siguientes áreas de intervención:

- **Sustentabilidad y Cambio Climático:** Diseño de medidas de adaptación y mitigación para asegurar el derecho al agua y la salud hídrica. La meta de emisiones netas cero para 2050 y la restauración de cuencas críticas demandan proyectos de ingeniería ecológica y saneamiento biológico.
- **Soberanía Alimentaria y Salud:** Mediante el programa "Cosechando Soberanía", se requiere optimizar biofertilizantes y sanidad agropecuaria. En salud pública, el personal especializado en Biología Molecular es clave para la autosuficiencia en la fabricación nacional de vacunas y fármacos.
- **Conservación y Objetivo 30x30:** Ante el compromiso internacional de proteger el 30% del territorio para 2030, la profesión es responsable de inventarios biológicos, zonificación de Áreas Naturales Protegidas y monitoreo de biodiversidad.

El enfoque en Sistemas Socioecológicos del presente plan asegura que estas acciones de conservación sean socialmente incluyentes, respeten los derechos humanos y fomenten el bienestar comunitario (Luna y Hernández, 2025).

Tabla 8.

Alineación del Plan de Estudios 2027-1 con las Metas Globales y Nacionales de Desarrollo Sostenible.

Meta PND 2030 / COP15	Contribución del Biólogo	Área del Plan 2027-1
Conservar 30% de territorio y mares.	Identificación de sitios prioritarios y monitoreo.	Biodiversidad y Taxonomía.
Vacunas hechas en México.	Investigación y desarrollo biofarmacéutico.	Biología Molecular y Biotecnología.
Restauración de humedales y ríos.	Diseño de estrategias de recuperación ecológica.	Sistemas Socioecológicos.
Transición energética justa.	Evaluación de impacto ambiental de energías limpias.	Legislación y Socioecología.

Fuente. Elaboración propia

El ejercicio de la biología en México está regulado por un marco jurídico robusto que el profesional debe conocer y aplicar. La unidad de aprendizaje de Legislación Ambiental Aplicada se integra como un eje transversal para asegurar que las Licenciadas y los Licenciados en Biología actúen con fundamento legal en la protección de la biodiversidad.

La práctica profesional se fundamenta en los artículos 4° y 27° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1917), así como en leyes secundarias clave:

- LGEEPA: Regula el equilibrio ecológico y la protección al ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 1988).
- Ley General de Vida Silvestre: Establece los criterios para el aprovechamiento sustentable de la fauna y flora (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2000).
- NOM-059-SEMARNAT-2010: Define las especies en categorías de riesgo y sus medidas de protección (SEMARNAT, 2010).

Quien egrese debe poseer la capacidad de interpretar tratados internacionales como el Protocolo de Nagoya y el Marco Global de Biodiversidad Kunming-Montreal, garantizando que la práctica profesional se alinee con estándares globales de justicia y sostenibilidad (UABC, 2025). En este sentido, la fundamentación ética del programa trasciende el cumplimiento normativo; busca formar profesionales con integridad científica, objetividad y solidaridad hacia las comunidades. Dentro del área de Sistemas Socioecológicos, este compromiso se traduce en el respeto a la diversidad cultural y el fomento de la equidad de género, posicionando a la Biología como una disciplina capaz de traducir el conocimiento técnico en herramientas de empoderamiento social y cuidado colectivo del entorno.

Finalmente, la operación del programa demanda personal académico con alta especialización en las áreas clave. Se requiere de doctoras y doctores en ciencias con experiencia en investigación y vinculación, capaces de dirigir proyectos de campo y laboratorio. Asimismo, la naturaleza del área de Sistemas Socioecológicos exige la colaboración con especialistas en ciencias sociales, economía ambiental y derecho, fomentando una visión transdisciplinaria desde el aula (UABC, 2025).

Para cumplir con el rigor de la formación biológica moderna, el programa cuenta con:

- Laboratorios de Biología Experimental: Equipados con tecnología para PCR en tiempo real, secuenciación de ADN y microscopía avanzada.
- Colecciones Biológicas y Museos: Espacios acondicionados para el resguardo de ejemplares, esenciales para la enseñanza de la taxonomía y la sistemática.
- Estaciones de Campo y Sitios de Monitoreo: Convenios con Áreas Naturales Protegidas y ejidos para la realización de prácticas de manejo de vida silvestre y estudios socioecológicos.
- Recursos Digitales y Licenciamiento: Acceso a software especializado en bioinformática, Sistemas de Información Geográfica (SIG) y análisis estadístico avanzado.

Hacia el año 2035, la profesión se consolidará como el eje de la "Economía Circular Biológica", transitando hacia una supervisión ambiental preventiva apoyada en gemelos digitales y monitoreo satelital continuo. En este futuro cercano, la gestión de la biodiversidad física convergerá con la de los datos genómicos; la integración de la Inteligencia Artificial permitirá predecir brotes de zoonosis y diseñar ecosistemas urbanos resilientes que aseguren el suministro hídrico. El compromiso con la restauración de la naturaleza se perfila como la principal fuente de empleo, impulsado por mercados de carbono y servicios ecosistémicos que valoran la salud planetaria como el activo más importante de la humanidad.

Bajo esta visión prospectiva, la Licenciatura en Biología (Plan 2027-1) se fundamenta como una carrera estratégica para el desarrollo sostenible de México y el Noroeste. La articulación de la Socioecología, la Taxonomía Integrativa y la Biotecnología de Vanguardia crea un perfil profesional único, capaz de abordar la crisis ambiental desde una perspectiva rigurosa y humanamente comprometida. Este programa no solo atiende las exigencias del mercado laboral contemporáneo, sino que anticipa las demandas de una sociedad que requiere soluciones innovadoras para la conservación de la vida. Quienes egresen de la Licenciatura en Biología de la UABC poseerán la capacidad de transformar la realidad, asegurando que la megadiversidad de México sea el cimiento de un futuro resiliente, justo y próspero para todas las especies.

2.3. Fundamentación institucional

La actualización de la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Baja California representa un hito en la evolución académica institucional, fundamentado en la necesidad de armonizar la formación científica con las realidades ambientales, sociales y económicas del noroeste de México. Este reporte integra las razones técnicas, pedagógicas y administrativas que sustentan la modificación del plan de estudios, asegurando el cumplimiento de los indicadores de evaluación institucional y la alineación con una visión de excelencia educativa. Más allá de una actualización de contenidos, la propuesta redefine la identidad profesional en la disciplina como un agente de transformación capaz de vincular el rigor de la biología molecular y la taxonomía con la complejidad de los sistemas socioecológicos, garantizando que el conocimiento generado en las aulas se traduzca en bienestar social y desarrollo sostenible.

Bajo este escenario, el proceso se sustenta en un marco normativo y estratégico robusto que garantiza su pertinencia dentro de la estructura universitaria, alineándose con la misión de formar profesionales integrales que contribuyan al desarrollo científico y social. Dicha correspondencia es directa con el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2023-2027, el cual prioriza el aprendizaje flexible y el fomento de una innovación educativa apoyada en tecnologías digitales. En consecuencia, la propuesta transita hacia un esquema de mayor flexibilidad curricular, reduciendo la carga de formación guiada para potenciar el trabajo autónomo y el aprendizaje práctico; este ajuste es congruente con las metas institucionales de elevar la eficiencia terminal y mitigar las tasas de deserción detectadas en evaluaciones previas.

Aunado a lo anterior, la fundamentación reconoce que el ejercicio profesional contemporáneo debe operar bajo principios de responsabilidad social, ética y compromiso con la biodiversidad. Por ello, la propuesta se integra con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, particularmente en lo referente a educación de calidad, acción por el clima y protección de ecosistemas terrestres. Al asumir la responsabilidad de resolver vacíos de conocimiento sobre la biodiversidad regional, la universidad posiciona este programa como un pilar estratégico para la toma de decisiones informadas en sectores críticos como la salud, la agricultura y la

conservación ambiental. La ejecución de estas prioridades se detalla a través de acciones transversales que vinculan la currícula con los ejes institucionales vigentes:

Tabla 9.

Alineación de la Licenciatura en Biología con los Ejes Estratégicos del PDI 2023-2027.

Eje Estratégico del PDI 2023-2027	Acción Específica en la Licenciatura en Biología
Aprendizaje integral y flexible	Implementación de trayectorias formativas que reducen créditos obligatorios y aumentan la oferta de optativas especializadas. ¹
Innovación educativa y digital	Integración de herramientas bioinformáticas y lenguajes de programación (R, Python) como competencias transversales. ¹
Responsabilidad social y cultura de paz	Enfoque en sistemas socioecológicos que integran saberes tradicionales y promueven la equidad y la inclusión. ¹
Vinculación y extensión	Colaboración estrecha con sectores de salud y agricultura para resolver problemáticas regionales mediante biotecnología aplicada. ¹

Fuente. Elaboración propia

La región del noroeste de México constituye un laboratorio natural único, con altas tasas de endemismo y una complejidad ecológica que aún presenta vacíos de información significativos. En este sentido, la fundamentación institucional posiciona al programa de Biología como un elemento esencial para cubrir dichos vacíos taxonómicos y resolver incertidumbres que limitan la efectividad de los programas de conservación y manejo de recursos naturales. Para el desarrollo del estado, la universidad identifica la necesidad de formar profesionales que dominen tanto la morfología clásica como las técnicas avanzadas de biología molecular, competencias vitales para la identificación precisa de especies, la seguridad alimentaria y la bioprospección agrícola.

La modificación del plan de estudios surge de un proceso sistemático de evaluación que permitió identificar áreas de oportunidad críticas. Por un lado, la evaluación externa con la participación de sectores empleadores y expertos reveló que la formación requiere un mayor énfasis en la aplicación del conocimiento y en habilidades de gestión de proyectos. Por otro lado, el análisis interno de las trayectorias escolares mostró que la rigidez del plan vigente contribuía a tasas de reprobación y deserción, factores que la institución busca mitigar mediante la flexibilización curricular y el fortalecimiento de la tutoría académica.

Respecto a las demandas del sector productivo, las consultas realizadas subrayan una transformación en las expectativas laborales, donde solo una fracción minoritaria de los empleadores considera que la población egresada cuenta con todas las competencias para integrarse de inmediato a equipos complejos. Las exigencias recurrentes se centran en capacidades de coordinación multidisciplinaria, una comprensión profunda de los marcos normativos y legislativos, y el perfil necesario para formular proyectos, gestionar recursos y evaluar impactos en contextos sociales. Asimismo, existe una demanda insatisfecha en biotecnología aplicada para el desarrollo de soluciones innovadoras en farmacología y control de plagas. Estas expresiones han sido el motor para redefinir las competencias profesionales del plan 2027-1, asegurando que la formación universitaria funcione como un catalizador de la empleabilidad y el desarrollo económico regional.

Finalmente, la evaluación interna capturó las percepciones de la comunidad que integra el programa de manera cotidiana. Los resultados se resumen en las siguientes oportunidades de mejora:

- Egresados: Manifestaron preocupación por la desactualización en áreas de avance acelerado como la genómica y la bioinformática, además de señalar que las prácticas de campo y laboratorio resultan insuficientes para consolidar habilidades técnicas esenciales.
- Personal Docente: Identificó la necesidad de fortalecer los Cuerpos Académicos mediante la incorporación de personal de investigación con líneas de vanguardia, tales como la biología sintética y el análisis de sistemas socioecológicos complejos.
- Estudiantes: Expresaron interés por una mayor diversidad de materias optativas que permitan la especialización individual, así como una estructura horaria que facilite la vinculación con sectores externos a través de prácticas profesionales.

Tabla 10.

Resultados del Diagnóstico Participativo con Actores Clave del Programa.

Grupo de Evaluación	Población y Muestra	Principales Oportunidades de Mejora
Empleadores	15 organizaciones representativas (Salud, Agricultura, Consultoría)	Fortalecer la gestión de proyectos, el trabajo multidisciplinario y la aplicación tecnológica. ¹
Egresados	Muestra de 183 egresados de unidades afines	Actualizar sílabos, incrementar horas de campo y diversificar materias optativas. ¹
Docentes	45 docentes de tiempo completo y asignatura	Consolidar Cuerpos Académicos, actualizar laboratorios y fomentar la investigación aplicada. ¹
Estudiantes	250 estudiantes de diferentes etapas formativas	Reducir carga crediticia, mejorar infraestructura y flexibilizar horarios. ¹

Fuente. Elaboración propia

La operación del programa modificado de Biología se sustenta en una infraestructura humana y material consolidada por la institución durante décadas. La propuesta contempla un crecimiento progresivo de la planta docente y la modernización de los espacios de experimentación, garantizando que el estudiantado acceda a herramientas de vanguardia para su formación profesional.

Para la implementación del nuevo plan de estudios, la unidad académica dispone de una base sólida de personal docente de tiempo completo con grado de doctorado, cuya mayoría pertenece al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII). Estas y estos académicos lideran líneas de generación y aplicación del conocimiento en áreas críticas como la taxonomía, la ecología marina y la biotecnología molecular. La fundamentación proyecta la incorporación de nuevos perfiles para cubrir áreas emergentes, asegurando que la relación docente-estudiante mantenga niveles óptimos para la tutoría y el acompañamiento personalizado.

En este sentido, los Cuerpos Académicos (CA) fungen como el eje de la producción científica y la vinculación, permitiendo que la población estudiantil se integre tempranamente a proyectos de investigación financiados por agencias nacionales e internacionales. La modificación curricular busca fortalecer la interacción entre los CA de Biología con áreas afines como la Química y las Ciencias del Mar, promoviendo una formación transdisciplinaria esencial para el estudio de los sistemas socioecológicos.

Respecto a la infraestructura física, la licenciatura requiere de espacios que combinen el rigor del laboratorio con la versatilidad del trabajo de campo. La institución dispone de instalaciones especializadas con tecnología de última generación para el análisis molecular, la microscopía avanzada y el procesamiento de muestras biológicas, espacios que funcionan simultáneamente como centros de docencia y de investigación original sobre la región. Estos recursos se organizan de la siguiente manera:

- Laboratorios de Biología Molecular y Biotecnología: Instalaciones equipadas para la secuenciación de ADN, análisis de proteínas y cultivo de tejidos, vitales para desarrollar las competencias biotecnológicas demandadas por los sectores de salud y agroindustria.
- Colecciones Científicas y Herbarios: Acervos de referencia nacional en grupos de invertebrados marinos, vertebrados terrestres y flora desértica, fundamentales para la enseñanza de la taxonomía y la sistemática mediante el trabajo con ejemplares reales y bases digitales.
- Estaciones de Campo y Geotecnología: Integración de estaciones experimentales y equipos de monitoreo ambiental en tiempo real, junto con centros de cómputo especializados en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el diseño de planes de manejo y conservación regional.

La innovación más significativa de la propuesta curricular 2027-1 radica en la incorporación formal del área de Sistemas Socioecológicos (SSE). Esta decisión institucional responde a la comprensión de que la conservación de la biodiversidad es inseparable de los procesos sociales, económicos y culturales que definen el territorio. La fundamentación de esta área se basa en un cambio de paradigma que transita desde la ecología tradicional hacia una ciencia de la sostenibilidad, reconociendo a los seres humanos como parte integral de los ecosistemas.

En este contexto, los sistemas socioecológicos se definen como sistemas complejos adaptativos donde los componentes biofísicos y sociales están vinculados mediante procesos de retroalimentación. Para la población profesional de la Biología egresada de la UABC, esta perspectiva es crucial, pues el noroeste de México enfrenta desafíos como el cambio climático, la escasez hídrica y la pérdida de hábitats; fenómenos

que demandan soluciones científicamente sólidas, socialmente viables y culturalmente respetuosas.

Asimismo, el área de SSE dota al estudiantado de herramientas para evaluar las interacciones entre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que sustentan la vida humana. Al integrar conceptos de gobernanza, política ambiental y economía ecológica, quien egresa adquiere la capacidad de mediar entre diversos actores sociales (como comunidades indígenas, sectores pesqueros, agrícolas y tomadores de decisiones) con el fin de construir estrategias de conservación que promuevan la resiliencia y el bienestar colectivo.

La inclusión de esta área responde a la necesidad de superar la fragmentación del conocimiento. En el nuevo plan de estudios, los sistemas socioecológicos funcionan como un eje transversal que influye en la enseñanza de la ecología, la evolución y la gestión ambiental. Esta integración se justifica pedagógicamente al fomentar un pensamiento crítico y sistémico, permitiendo al estudiantado comprender la repercusión social de cada decisión biológica y viceversa.

La relevancia regional es un pilar fundamental de esta fundamentación. Baja California posee ecosistemas únicos, como los oasis y las costas del Mar de Cortés, donde la supervivencia de las especies está ligada a formas tradicionales de manejo. Al incorporar los saberes tradicionales en el currículo, la institución enriquece la formación científica y cumple su compromiso de inclusión e interculturalidad, alineándose con las directrices de responsabilidad social del PDI 2023-2027.

Respecto a la reconfiguración del programa, la transformación se refleja en una estructura de créditos y horas que prioriza el aprendizaje activo. La propuesta 2027-1 optimiza el tiempo de formación, eliminando redundancias para favorecer el desarrollo de competencias profesionales de alto nivel.

El análisis comparativo entre el Plan 2017-2 y la Propuesta 2027-1 revela cambios cuantitativos orientados a la eficiencia académica:

- Eficiencia y autonomía: Se observa una reducción en el número total de créditos y en las horas de formación guiada, lo que potencia la autonomía del estudiantado y facilita actividades de vinculación.

- Aprendizaje práctico: Se transita de la clase teórica convencional hacia un incremento significativo en horas de taller y laboratorio, permitiendo un aprendizaje basado en la ejecución técnica.
- Flexibilidad curricular: Al reducir los créditos obligatorios, se expande la oferta de unidades de aprendizaje optativas. Esto posibilita la construcción de trayectorias personalizadas en áreas como bioinformática, microbiología aplicada o consultoría ambiental, respondiendo directamente a los intereses vocacionales y a las dinámicas cambiantes del mercado laboral.

La modificación del plan de estudios redefine las áreas de enfoque para responder a la crisis de la biodiversidad y la incertidumbre taxonómica regionales. En este sentido, el área de Biodiversidad y Taxonomía integra ahora herramientas moleculares de manera obligatoria, reconociendo que la morfología tradicional requiere complementarse para resolver la identificación de especies en ecosistemas complejos.

Por su parte, el área de Biotecnología y Biología Molecular transita de una gestión general de proyectos hacia la implementación de soluciones basadas en mecanismos moleculares profundos. Esto garantiza que el personal profesional no solo realice labores administrativas, sino que innove en sectores de alto impacto como la salud pública y la bioseguridad agroalimentaria. Finalmente, el área de Ecología adopta integralmente el enfoque de Sistemas Socioecológicos, fundamentando cada estrategia de mitigación o adaptación ambiental en la evaluación crítica de las interacciones humano-naturaleza.

La sostenibilidad de la licenciatura está garantizada por una gestión financiera transparente y la asignación de recursos que priorizan la calidad académica. Para ello, se ha diseñado un plan presupuestal para el periodo 2027-2030 que contempla los costos operativos de la planta docente, el mantenimiento de infraestructura y la actualización tecnológica constante.

Respecto al presupuesto y los costos de operación, el análisis de factibilidad financiera considera los siguientes aspectos clave:

- Talento Humano y Logística: Cobertura de sueldos y prestaciones del personal académico (PTC y TATC), además de los gastos derivados de prácticas de laboratorio y campo. La institución asume el alto costo de esta formación,

asegurando reactivos especializados, equipos de precisión y logística mediante recursos propios y apoyos de la administración central.

- **Inversión Tecnológica:** La proyección semestral integra la adquisición de licencias de software especializado, fundamentales para la bioinformática y el análisis socioecológico.
- **Optimización de Espacios:** Al migrar hacia un modelo semipresencial apoyado en tecnologías digitales, se optimiza el uso de la infraestructura física mientras se garantiza el acceso a plataformas de aprendizaje de vanguardia, en total alineación con la estrategia de innovación educativa del PDI 2023-2027.

La operación eficiente del programa se sustenta en un equipo administrativo y técnico altamente capacitado. La estructura organizacional incluye personal de apoyo, analistas y de servicios que garantizan un entorno seguro y funcional. Asimismo, se cuenta con responsables en áreas críticas como el servicio social, la vinculación y el seguimiento de egresados, facilitando una transición exitosa desde el ingreso hasta la inserción laboral. En este esquema, el personal técnico de laboratorios y colecciones desempeña un rol pedagógico clave:

- **Supervisión Técnica:** Aseguran el uso correcto de equipos de alta complejidad durante las prácticas.
- **Soporte Académico:** Permiten que el conocimiento teórico se transforme en habilidades prácticas, garantizando una formación técnica reconocida por el sector empleador.

La fundamentación de la Licenciatura en Biología demuestra un compromiso ineludible con la calidad, la innovación y la pertinencia social. La transición hacia el plan de estudios 2027-1 constituye una respuesta estratégica a los desafíos del siglo XXI; al integrar la vanguardia de la biología molecular con la complejidad de los sistemas socioecológicos, la Universidad Autónoma de Baja California reafirma su liderazgo en la formación de científicos capaces de generar soluciones reales para el bienestar regional y nacional.

A partir de los resultados de la evaluación curricular y de las decisiones adoptadas para la modificación del plan de estudios, se identificaron cambios en su organización y en distintos componentes de la formación. Estos cambios comprenden la reorganización

de las áreas de conocimiento, la reconfiguración de las etapas de formación, la eliminación del Tronco Común, el fortalecimiento de la formación práctica y la flexibilidad curricular, así como la incorporación transversal del idioma inglés, las tecnologías de la información e inteligencia artificial y las habilidades blandas. En la Tabla 11 se sintetizan los principales ejes de modificación y su concreción en el Plan de Estudios 2027-1, en comparación con el Plan 2017-2.

Tabla 11.

Comparación de los principales ejes de modificación entre el Plan 2017-2 y el Plan 2027-1

Eje de modificación	Plan 2017-2	Plan 2027-1
Organización por áreas de conocimiento	El plan se organizaba en tres áreas de conocimiento: Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias Aplicadas, y Ciencias Sociales y Humanidades.	Se reorganiza la formación en cuatro áreas de conocimiento: Biodiversidad, Biología Molecular, Sistemas Socioecológicos y Biología Experimental, en correspondencia con los campos disciplinares que articulan la propuesta curricular.
Formación en Biodiversidad	El estudio de los organismos privilegiaba aproximaciones morfológicas y taxonómicas convencionales, mientras que las herramientas genéticas y moleculares se abordaban de manera separada.	Se fortalece el área de Biodiversidad mediante la articulación de aproximaciones morfológicas, ecológicas, moleculares y de análisis de información para el estudio de la diversidad biológica, incorporando experiencias de laboratorio, campo y herramientas para el análisis taxonómico.
Formación en Biología Molecular	Las UA relacionadas con bioquímica, biología celular y genética se encontraban integradas en el área general de Ciencias Naturales y Exactas, con menor articulación entre sus contenidos.	Se establece Biología Molecular como área de conocimiento y se articula la formación desde <i>Química de la Vida y Biología Celular y Molecular</i> hacia <i>Genética Molecular</i> y otros ámbitos de profundización, incorporando además herramientas bioinformáticas para el análisis de información biológica.
Formación en Sistemas Socioecológicos	Los componentes ambientales y sociales se abordaban principalmente desde Ciencias Sociales y Humanidades, mientras que la ecología se organizaba	Se establece el área de Sistemas Socioecológicos, que articula el estudio de los procesos ecológicos con las dimensiones sociales y ambientales. En este marco se incorporan o reconfiguran UA como

Eje de modificación	Plan 2017-2	Plan 2027-1
	mediante el estudio diferenciado de poblaciones y comunidades.	<i>Ecología I, Ecología II, Cambio Ambiental y Sustentabilidad y Sistemas Socioecológicos.</i>
Tronco Común	Los dos primeros periodos escolares se desarrollaban mediante un Tronco Común compartido con los programas educativos de Oceanología, Ciencias Ambientales y Biotecnología en Acuicultura. La evaluación curricular identificó una baja valoración de su contribución a la formación profesional: 37.9 % del estudiantado consideró que esta etapa aportaba al desarrollo de sus competencias profesionales. Asimismo, se señalaron incongruencias entre algunas de las unidades de aprendizaje compartidas y las necesidades formativas específicas de Biología, además de identificarse esta etapa como la de mayor deserción en la trayectoria escolar.	Se elimina el Tronco Común compartido y se establece una etapa básica propia de la Licenciatura en Biología, orientada desde el inicio al desarrollo de los fundamentos científicos, metodológicos e instrumentales requeridos para la formación disciplinaria. Esta decisión incorpora unidades de aprendizaje vinculadas directamente con el estudio de los fenómenos biológicos desde los primeros periodos y fortalece la articulación de la etapa básica con la formación disciplinaria posterior.
Reconfiguración de la etapa básica	La formación inicial se desarrollaba parcialmente mediante unidades de aprendizaje compartidas con otros programas educativos, lo que limitaba su articulación específica con la formación posterior en Biología	Se orienta al desarrollo de los fundamentos científicos, metodológicos e instrumentales de las ciencias exactas, naturales y biológicas, mediante experiencias de laboratorio, campo, análisis de datos y razonamiento científico que proporcionan las bases para avanzar hacia la formación disciplinaria
Fortalecimiento de las etapas disciplinaria y terminal	La etapa disciplinaria proporcionaba conocimientos teóricos, metodológicos y técnicos para el ejercicio profesional, mientras que la terminal mantenía un núcleo obligatorio amplio y menor espacio para la diferenciación de trayectorias.	La etapa disciplinaria profundiza en el estudio de los sistemas biológicos y socioecológicos mediante métodos y herramientas propios de los distintos campos de la Biología; la etapa terminal integra los aprendizajes desarrollados y amplía las posibilidades de profundización y diferenciación de la trayectoria de acuerdo con los intereses académicos y profesionales del estudiantado.

Eje de modificación	Plan 2017-2	Plan 2027-1
Fortalecimiento de la formación práctica	La formación presentaba una mayor concentración de horas de clase y laboratorio, y las prácticas profesionales tenían un valor de 10 créditos.	Se redistribuyen las experiencias formativas mediante una mayor incorporación de taller, laboratorio y práctica de campo, de acuerdo con las características de las UA. Asimismo, las prácticas profesionales aumentan de 10 a 15 créditos, fortaleciendo las experiencias de aplicación en contextos vinculados con el ejercicio profesional.
Integración curricular del idioma inglés	El idioma inglés se atendía principalmente mediante los mecanismos institucionales establecidos y experiencias específicas dentro de la trayectoria curricular.	Se incorporan experiencias formativas en inglés en UA seleccionadas de las distintas etapas, vinculadas con actividades y productos propios de la disciplina. Estas experiencias complementan la formación lingüística del estudiantado, mientras que el nivel B1 del MCER se mantiene como referente de egreso y se acredita mediante los mecanismos institucionales correspondientes.
Integración transversal de TI e IA	Las tecnologías se utilizaban principalmente en UA específicas relacionadas con estadística, cartografía y análisis de información, sin una estrategia transversal explícita de integración en el plan de estudios.	Se amplía la incorporación de tecnologías de la información en UA de las distintas etapas mediante software especializado, bases de datos científicas, simuladores, herramientas de análisis estadístico, espacial, genético y bioinformático, así como experiencias delimitadas de uso de inteligencia artificial, de acuerdo con las actividades y evidencias establecidas en los PUA.
Habilidades blandas en transversalidad	Algunas habilidades vinculadas con la comunicación y el trabajo académico se atendían principalmente mediante UA específicas, sin una estrategia explícita de transversalidad sustentada en los PUA.	Se promueven habilidades blandas en transversalidad mediante experiencias previstas en UA seleccionadas, particularmente pensamiento crítico, trabajo colaborativo, comunicación y toma de decisiones, cuya movilización se concreta en actividades y evidencias de aprendizaje establecidas en los PUA.
Flexibilidad curricular y certificados	La optatividad se concentraba principalmente en un bloque de UA que permitía complementar la	Se fortalece la optatividad como mecanismo para diferenciar y profundizar la trayectoria formativa y se incorpora la posibilidad de

Eje de modificación	Plan 2017-2	Plan 2027-1
	formación durante los últimos periodos.	integrar certificados mediante conjuntos articulados de UA optativas, entre ellos el Certificado en Biología Molecular.

Fuente. Elaboración propia

3. Filosofía y enfoque educativo

El nuevo plan de estudios de la Licenciatura en Biología se sustenta en la filosofía educativa de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), la cual concibe la educación superior como un proceso formativo integral orientado al desarrollo pleno de las personas, la generación y aplicación del conocimiento, y el compromiso con la transformación social. En este marco, la educación universitaria se entiende como un proceso intencional, sistemático y contextualizado que promueve la formación de profesionistas con capacidad crítica, responsabilidad ética y vocación de servicio.

La propuesta curricular se alinea con el Modelo Educativo institucional, que establece los principios, atributos y componentes que orientan la formación universitaria en la UABC (UABC, 2018). Este modelo se fundamenta en corrientes pedagógicas contemporáneas como el humanismo, el constructivismo y la educación a lo largo de la vida, reconociendo al estudiantado como el centro del proceso educativo y como sujeto activo en la construcción de su aprendizaje (UABC, 2018). Desde esta perspectiva, el aprendizaje no se limita a la adquisición de conocimientos, sino que implica la integración de saberes, el desarrollo de habilidades, la formación de valores y la capacidad de actuar de manera pertinente en contextos diversos.

El enfoque humanista orienta la formación hacia el reconocimiento de la dignidad humana, la equidad, la inclusión y el respeto a la diversidad, promoviendo una educación que atiende tanto las dimensiones cognitivas como socioemocionales y éticas del estudiantado. En el diseño del nuevo plan de estudios, este enfoque se traduce en la incorporación de contenidos, estrategias y experiencias formativas que favorecen la responsabilidad social, la sensibilidad ante problemáticas contemporáneas y la formación en valores, así como en la integración de espacios curriculares y modalidades de aprendizaje que promueven la participación activa del estudiantado en contextos reales y diversos. Asimismo, se refleja en el énfasis en el bienestar estudiantil, la atención a trayectorias académicas diferenciadas y la generación de ambientes educativos inclusivos y respetuosos.

Por su parte, el constructivismo fundamenta la organización de experiencias de aprendizaje en las que el conocimiento se construye de manera activa, a partir de la

interacción con el entorno, la reflexión crítica y la resolución de problemas. Este principio se concreta en el plan de estudios mediante la adopción de estrategias como las metodologías activas, el trabajo interdisciplinario, el análisis de casos y la vinculación con escenarios reales, que permiten al estudiantado integrar saberes y desarrollar competencias en situaciones auténticas. De igual forma, se refleja en la estructura progresiva del currículo, en la cual las unidades de aprendizaje están diseñadas para favorecer la construcción gradual del conocimiento, transitando desde fundamentos teóricos hacia su aplicación en contextos complejos.

La educación a lo largo de la vida, como principio transversal, impulsa el desarrollo de capacidades para el aprendizaje autónomo, la actualización continua y la adaptación a contextos cambiantes (UABC, 2018). En el nuevo plan de estudios, este principio se materializa a través de la flexibilidad curricular, la incorporación de unidades de aprendizaje optativas, la diversificación de las modalidades de aprendizaje con obtención de créditos (OMAS) y la promoción de competencias como el autoaprendizaje, la gestión del conocimiento y el uso crítico de tecnologías de la información. Asimismo, se fortalece mediante la integración de experiencias como la movilidad académica, la vinculación con el entorno profesional y el desarrollo de proyectos, que preparan al estudiantado para enfrentar los retos de un contexto dinámico y en constante transformación.

En congruencia con estos fundamentos, el programa educativo adopta un enfoque por competencias, entendido como un modelo formativo que integra de manera articulada conocimientos, habilidades, actitudes y valores en contextos de desempeño, orientando la formación hacia la capacidad de intervenir de manera pertinente en la solución de problemáticas complejas. Este enfoque no se limita a la adquisición de contenidos, sino que privilegia la aplicación del conocimiento, la toma de decisiones fundamentada y la actuación profesional en escenarios reales, favoreciendo la pertinencia y la vinculación con los ámbitos social, productivo y científico.

En el diseño del plan de estudios, este enfoque se traduce en una organización curricular intencionada, en la que cada unidad de aprendizaje contribuye al desarrollo progresivo de las competencias del perfil de egreso. Esto implica una secuencia formativa que transita desde la construcción de fundamentos conceptuales hacia su integración y

aplicación en contextos de mayor complejidad, asegurando la coherencia entre los distintos momentos de la trayectoria académica.

Asimismo, la operacionalización del enfoque por competencias se refleja en la definición de resultados de aprendizaje, en la alineación entre contenidos, actividades formativas y procesos de evaluación, y en la incorporación de experiencias que demandan del estudiantado la movilización integrada de saberes para resolver situaciones auténticas. En este sentido, la evaluación del aprendizaje se orienta a valorar el desempeño en contextos relevantes, mediante evidencias de aprendizaje que permitan identificar el nivel de logro de las competencias, más allá de la memorización de contenidos.

De manera complementaria, este enfoque se articula con la diversificación de escenarios formativos contemplados en el plan de estudios, incluyendo espacios áulicos, de laboratorio, de campo y de vinculación, así como otras modalidades de aprendizaje con obtención de créditos. Estos escenarios favorecen la transferencia del conocimiento, la interdisciplinariedad y la integración teoría-práctica, elementos esenciales para el desarrollo de competencias profesionales.

El modelo educativo institucional establece, además, atributos fundamentales que se incorporan de manera transversal en el diseño curricular: la flexibilidad, la formación integral y el sistema de créditos. La flexibilidad curricular permite al estudiantado construir trayectorias formativas acordes con sus intereses, ritmos y necesidades, mediante la combinación de unidades de aprendizaje obligatorias, optativas y otras modalidades de aprendizaje con obtención de créditos. La formación integral favorece el desarrollo equilibrado de las dimensiones académica, ética, social, cultural y profesional. Por su parte, el sistema de créditos reconoce el trabajo académico del estudiantado en diversos contextos formativos, promoviendo la movilidad, la interdisciplinariedad y la diversificación de experiencias de aprendizaje.

El rol del personal docente es fundamental para la implementación efectiva de esta filosofía educativa. En el marco del Modelo Educativo de la UABC, cada docente se concibe como una persona facilitadora, mediadora y gestora del aprendizaje, responsable de diseñar experiencias educativas pertinentes, innovadoras y alineadas con las competencias del perfil de egreso (UABC, 2018). En el nuevo plan de estudios, esta

función se traduce en la planeación intencionada de unidades de aprendizaje orientadas al desarrollo de competencias, en las que cada docente estructura actividades que integran saberes teóricos y prácticos, promueve el análisis interdisciplinario y vincula el aprendizaje con problemáticas reales del entorno.

Asimismo, el personal docente genera ambientes de aprendizaje activos y colaborativos mediante la implementación de estrategias de enseñanza y de aprendizaje, así como de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas, el análisis de casos, el trabajo en equipo y la integración de experiencias en laboratorio, campo y contextos de vinculación. En este sentido, cada docente orienta, acompaña y retroalimenta de manera continua el proceso formativo, favoreciendo la reflexión crítica, la toma de decisiones informada y la aplicación del conocimiento en situaciones auténticas. Su labor también implica el uso pedagógico de tecnologías de la información e inteligencia artificial, la promoción del aprendizaje autónomo y el desarrollo de habilidades transversales en el estudiantado.

De igual forma, el personal docente participa activamente en los procesos de evaluación del aprendizaje desde un enfoque formativo, diseñando instrumentos que permitan valorar el logro de competencias en distintos niveles de complejidad, así como en la evaluación y mejora continua del plan de estudios. Esto incluye su integración en cuerpos académicos, proyectos de investigación, actividades de vinculación y espacios colegiados, desde donde contribuye a la actualización disciplinar, la innovación educativa y la pertinencia del programa frente a las necesidades del entorno.

Por su parte, el estudiantado es concebido como un agente activo, autónomo y corresponsable de su proceso formativo, capaz de gestionar su aprendizaje, tomar decisiones informadas y participar de manera crítica en la construcción del conocimiento. En la operación del nuevo plan de estudios, este papel se materializa en su participación activa en experiencias de aprendizaje que demandan análisis, reflexión, colaboración y aplicación del conocimiento en contextos reales, tales como proyectos interdisciplinarios, prácticas profesionales, actividades de vinculación y otras modalidades de aprendizaje con obtención de créditos.

Esta concepción implica que el estudiantado asume un rol protagónico en la construcción de su trayectoria académica, aprovechando la flexibilidad curricular para

orientar su formación de acuerdo con sus intereses y metas profesionales. Asimismo, desarrolla habilidades para aprender a aprender, trabajar en equipo, comunicarse de manera efectiva en distintos contextos y utilizar de manera crítica herramientas tecnológicas para la gestión del conocimiento.

De manera complementaria, el estudiantado participa en procesos de autoevaluación y coevaluación que fortalecen su capacidad reflexiva y su compromiso con la mejora continua, al tiempo que se involucra en experiencias de movilidad, investigación, emprendimiento y vinculación que amplían su formación y favorecen su inserción en el ámbito profesional. En este sentido, su formación no se limita al aula, sino que se construye a partir de una interacción constante con el entorno social, académico y productivo.

En este sentido, el perfil de egreso del plan de estudios no solo enuncia las competencias a desarrollar, sino que orienta de manera explícita la organización curricular, la selección de contenidos, las estrategias de enseñanza y los mecanismos de evaluación implementados a lo largo de la trayectoria formativa. De esta manera, los fundamentos filosóficos y el modelo educativo institucional se traducen en experiencias de aprendizaje concretas que permiten al estudiantado analizar, intervenir y proponer soluciones en contextos reales, asegurando la coherencia entre la intencionalidad formativa y los resultados del proceso educativo.

3.1. Articulación institucional y del programa educativo

En congruencia con este marco filosófico y educativo, el programa educativo se articula con los referentes institucionales y organizacionales que orientan el quehacer académico de la Universidad y de la unidad académica, asegurando la coherencia entre los principios educativos y la práctica formativa.

Misión y visión de la Universidad Autónoma de Baja California

Misión

Contribuir al desarrollo inclusivo y sostenible, al bienestar de la sociedad bajacaliforniana, la nación y del planeta, a través de la formación integral de profesionistas, de investigadoras, investigadores y ciudadanía comprometida con

una cultura democrática; así como a la generación y difusión de la cultura, del conocimiento y de las tecnologías (UABC, 2023, p. 20).

Visión 2040

La UABC es una universidad líder e innovadora con reconocimiento a nivel nacional y global por ser un agente transformador de progreso social que contribuye a la realización plena del ser humano, al desarrollo incluyente y sostenible, a la profundización de la democracia y a la justicia social a través de la formación en licenciatura, posgrado y a lo largo de la vida, y de sus avances científicos, tecnológicos y culturales (UABC, 2023, p. 21).

Misión y visión de la unidad académica

Misión

La misión de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California es formar profesionistas de excelencia y de alto nivel competitivo, capaces de aplicar sus conocimientos y habilidades para enfrentar y resolver los retos propios al entorno científico, actual y futuro. La Facultad de Ciencias impulsa la investigación científica en sus diferentes áreas. Además, busca generar conocimiento y extenderlo a la comunidad, llevándolo a su aplicación en el ámbito científico, académico y social. Todo esto con la finalidad de mejorar la calidad de vida en el entorno local, regional, nacional e internacional. Finalmente, fomenta a cada paso los valores culturales, el sentido ético, la responsabilidad social y el respeto al medio ambiente, a través de la extensión de la cultura, la difusión y divulgación del conocimiento.

Visión

La visión de la Facultad de Ciencias es ser una institución reconocida por la competitividad y formación integral de sus egresados, destacada por la calidad y vigencia de sus planes de estudio que responden a la demanda del ámbito científico de los diversos sectores de la sociedad y de la industria en el entorno local y nacional. En la actividad docente, busca tener niveles elevados de formación del personal académico, con un incremento del número de docentes

con grado de maestría y doctorado, aprovechando la vinculación y convenios con sectores dedicados a la ciencia para la formación y actualización constante de los académicos, lo que tiene un impacto favorable en los estudiantes, contribuyendo así a la producción científica e intelectual con base en el nuevo modelo educativo. Al estudiante de la Facultad de Ciencias, además de su valor competitivo, lo destaca su valor que le asigna a la conducta ética, el esfuerzo permanente y el compromiso para responder a las cambiantes realidades de su entorno.

Con esta visión, comprometida a contar con la acreditación de los programas de estudio de las carreras y de laboratorios certificados, se pretende la definición colectiva de programas estratégicos, en el marco de referencia de los nuevos paradigmas y considerando el estado actual de oportunidades, fortalezas y debilidades, para encauzarlas a la realización de su misión.

Misión, visión y objetivos del programa educativo

Misión

Formar profesionistas en Biología de excelencia, con un alto nivel competitivo, rigor científico y compromiso ético. El programa busca capacitar a las y los estudiantes para generar, aplicar y comunicar el conocimiento científico de manera interdisciplinaria, abordando los retos actuales y futuros en el estudio de la biodiversidad, la biología molecular, la biotecnología y la gestión de los sistemas socioecológicos. Todo ello con la finalidad de promover la conservación, la mitigación de los impactos ambientales y el desarrollo sostenible, contribuyendo a la mejora de la calidad de vida de la sociedad en el entorno regional, nacional y global, bajo un marco de responsabilidad social y respeto al medio ambiente.

Visión

Para el año 2035, el programa educativo de la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Baja California es ampliamente reconocido a nivel nacional e internacional por la competitividad, vanguardia y formación integral de sus egresados. Destaca por la pertinencia de su currículo, el cual responde ágilmente a los avances tecnológicos y a las demandas del sector científico, productivo y social. Es un programa líder en la

investigación y manejo de la biodiversidad, el desarrollo de soluciones biotecnológicas innovadoras y la gestión de la resiliencia socioambiental, siendo un pilar fundamental en la toma de decisiones informadas para el desarrollo sustentable del país.

Objetivos del programa educativo

Objetivo general

Proporcionar una formación integral, científica y metodológica a las y los estudiantes, que les permita comprender los procesos vitales en sus diferentes niveles de organización y complejidad. El programa tiene como fin primordial dotar al estudiantado de las herramientas tecnológicas, bioinformáticas y analíticas necesarias para estudiar la biodiversidad e implementar soluciones innovadoras en biotecnología y en la gestión de sistemas socioecológicos, capacitándolos para insertarse con éxito en el mercado laboral y contribuir activamente a la resolución de problemáticas socioambientales y científicas con responsabilidad y rigor ético.

Objetivos específicos

1. Proveer una estructura curricular sólida y actualizada en las áreas de ciencias naturales, exactas y aplicadas que garantice el dominio de metodologías de campo, laboratorio y de herramientas informáticas (análisis de datos y bioinformática) necesarias en la biología moderna.
2. Impulsar el desarrollo del razonamiento científico, la curiosidad y la capacidad analítica del estudiantado, involucrándolos tempranamente en proyectos de investigación teórica y aplicada que respondan a vacíos de conocimiento regional y global.
3. Promover la capacidad de trabajo en equipos multidisciplinarios, el liderazgo, el emprendimiento y la comunicación efectiva de la ciencia en diversos escenarios, incluyendo el fomento de un segundo idioma (inglés) para aumentar su competitividad laboral.
4. Propiciar espacios curriculares y extracurriculares (prácticas profesionales, proyectos de vinculación y trabajo de campo) que conecten a las y los estudiantes con los sectores gubernamental, social y privado, permitiéndole entender y actuar

sobre las problemáticas ambientales y de conservación desde la perspectiva de los saberes científicos y tradicionales.

5. Integrar en el proceso de enseñanza-aprendizaje la reflexión sobre el impacto humano en el medio ambiente, fomentando la ética profesional, la inclusión y una actitud propositiva frente a la crisis climática y la gestión sustentable de los recursos naturales.

En resumen, la filosofía y el enfoque educativo que sustenta el programa educativo articula los principios del modelo educativo institucional con las necesidades del entorno y las características del campo profesional, consolidando una propuesta curricular pertinente, flexible e innovadora. Esta integración promueve que la formación del estudiantado no solo responda a estándares académicos de calidad, sino que también contribuya al desarrollo sostenible, la equidad social y la transformación responsable de la realidad.

4. Plan de estudios

El plan de estudios de la **Licenciatura en Biología** se estructura a partir de los componentes que orientan la formación del estudiantado y permiten establecer la correspondencia entre el perfil profesional propuesto y la organización curricular. En este capítulo se presentan el **perfil de ingreso, perfil de egreso y campo profesional**, así como las características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación y áreas de conocimiento, el mapa curricular, la descripción cuantitativa del plan de estudios, la tipología de las unidades de aprendizaje y sus equivalencias.

Asimismo, se describen las estrategias mediante las cuales se incorporan de manera transversal componentes formativos que fortalecen la trayectoria curricular, entre ellos el uso del idioma inglés, la integración de tecnologías de la información e inteligencia artificial y la promoción de habilidades blandas para el ejercicio de la profesión. Estos elementos se articulan con las competencias profesionales y se concretan mediante experiencias y evidencias de aprendizaje establecidas en los programas de unidad de aprendizaje. Con ello, el capítulo permite mostrar de manera integral la organización académica y curricular del plan de estudios 2027-1, así como la articulación de sus componentes para contribuir al logro del perfil de egreso.

4.1. Perfil de ingreso

El perfil de ingreso establece las características deseables de quienes aspiran a cursar la **Licenciatura en Biología**, considerando los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que favorecen su incorporación y desempeño en las experiencias formativas previstas en el plan de estudios. Estas características constituyen referentes para iniciar la formación universitaria y continuar su desarrollo a lo largo de la trayectoria académica. Quien desee ingresar a la Licenciatura en Biología deberá contar con las siguientes características:

Conocimientos básicos en

- Matemáticas
- Lógica
- Redacción de textos
- Biología general
- Física y Química

Habilidades

- Comunicación oral y escrita
- Manejo de software
- Capacidad de análisis y síntesis
- Realizar actividades de laboratorio, de investigación científica y trabajo de campo (al aire libre)

Actitudes

- Iniciativa, colaboración y participación activa
- Disciplina, dedicación y motivación al estudio
- Respeto a la naturaleza y a su entorno

Valores

- Responsabilidad
- Honestidad
- Respeto (a sí mismo, a sus semejantes, a la diversidad de ideologías y a la equidad de género)

4.2. Perfil de egreso

Quien egrese de la Licenciatura en Biología contará con una formación sólida en las áreas de Biodiversidad, Biología Molecular, Sistemas Socioecológicos y Biología Experimental, que le permitirá abordar problemáticas del campo biológico desde una perspectiva científica, crítica, interdisciplinaria y socialmente responsable. Su formación integra conocimientos y herramientas para el estudio de la biodiversidad, la biología molecular y la biotecnología, así como para el análisis de los sistemas socioecológicos, considerando el rigor científico, los principios bioéticos y el compromiso con el desarrollo sostenible. Para ello, contará con las siguientes competencias profesionales:

1. Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.
2. Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.
3. Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

4.3. Campo profesional

Quien egrese de la Licenciatura en Biología podrá desempeñarse en los ámbitos local, estatal, nacional e internacional, en espacios relacionados con la conservación y gestión de la biodiversidad, el manejo de recursos naturales, la investigación y educación, la biología molecular y la biotecnología, así como en actividades de consultoría, gestión y desarrollo de proyectos vinculados con las ciencias biológicas. Su ejercicio profesional podrá desarrollarse en los sectores público y privado, así como de manera independiente, en correspondencia con las competencias adquiridas durante su formación.

Sector público:

- Dependencias de gobierno y organismos descentralizados, como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Baja California (SMADS).
- Sectores de administración ambiental, desarrollo urbano, salud, agropecuario, así como comercio y fomento industrial, como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) y el Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Baja California.
- Industrias paraestatales e instituciones dedicadas a la docencia, como Petróleos Mexicanos (PEMEX) y centros de educación básica y media superior.

Sector privado:

- Consultorías ambientales y Organizaciones de la Sociedad Civil, como PRONATURA Noroeste, Terra Peninsular y Grupo de Ecología y Gestión de Islas (GECI).
- Empresas de los sectores de biotecnología, farmacéutica, alimentos y salud

Profesional independiente:

- Consultoría y peritaje ambiental, o consultoría industrial
- Desarrollo y gestión de proyectos en agroindustria, piscicultura, cinegética, docencia, conservación, ecoturismo y educación ambiental

4.4. Mapa curricular



LICENCIATURA EN BIOLOGÍA PLAN DE ESTUDIOS 2027-1



FACULTAD DE
CIENCIAS

ETAPA BÁSICA					ETAPA DISCIPLINARIA					ETAPA TERMINAL				
I					IV					VII				
Diversidad Biológica					Chordata					Biogeografía				
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR
02	02	--	01	07	02	--	02	01	07	02	03	--	01	08
Cambio Ambiental y Sostenibilidad					Biología Vegetal					Evolución				
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR
02	02	--	01	07	02	--	02	01	07	03	02	--	--	08
Química de la Vida					Ecología II					Sistemas Socioecológicos				
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR
03	01	03	--	10	02	02	--	01	07	02	02	--	01	07
Física General					Bioética					Optativa				
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR
02	01	02	--	07	02	02	--	--	06	--	--	--	--	Vr
Matemáticas para Ciencias Biológicas					Sistemas de Información Geográfica					Optativa				
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR
01	04	--	--	06	01	03	--	--	05	--	--	--	--	Vr
Bioestadística I					Paleobiología					Optativa				
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR
02	03	--	--	07	02	--	02	01	07	--	--	--	--	Vr
Bioestadística II					Optativa					Optativa				
HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR	HC	HT	HL	HPC	CR
02	03	--	--	07	02	03	--	--	07	--	--	--	--	Vr

ÁREAS DE CONOCIMIENTO

BIODIVERSIDAD

SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS

BIOLOGÍA MOLECULAR

BIOLOGÍA EXPERIMENTAL

Seriación
obligatoria

Unidad de
Aprendizaje
Integradora

HC HORAS CLASE
HL HORAS LABORATORIO
HT HORAS TALLER
HPC HORAS PRÁCTICA CAMPO
CR CRÉDITOS

Créditos

259 Créditos Obligatorios
66 Créditos Optativos
15 Créditos de Prácticas Profesionales
340 Créditos totales

Otros requisitos

300 Horas de Servicio Social Comunitario
480 Horas de Servicio Social Profesional
B1 Idioma extranjero

4.5. Distribución de créditos y de unidades de aprendizaje

Unidad académica: Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo: Licenciatura en Biología
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-1

Distribución de créditos por etapa de formación

Etapas	Obligatorios	Optativos	Total	Porcentajes
Básica	126	--	126	37.06%
Disciplinaria	110	12	122	35.89%
Terminal	23	54	77	22.64%
Prácticas Profesionales	15	--	15	4.41%
Total	274	66	340	100%
Porcentajes	80.59%	19.41%	100%	

Distribución de créditos obligatorios por área de conocimiento

Área	Básica	Disciplinaria	Terminal	Total	%
Biodiversidad	44	51	8	103	39.77%
Biología Molecular	28	29	8	65	25.09%
Sistemas Socioecológicos	27	30	7	64	24.71%
Biología Experimental	27	--	--	27	10.43%
Total	126	110	23	259	100%
Porcentajes	48.65%	42.47%	8.88%	100%	

Distribución de unidades de aprendizaje por etapas de formación

Etapas	Obligatorias	Optativas	Total
Básica	17	--	17
Disciplinaria	16	2	18
Terminal	3	9	12
Total	36	11	47

*Para promover flexibilidad y brindar opciones de formación al estudiantado, se integran en esta propuesta 13 unidades de aprendizaje optativas.

4.6. Características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación

Unidad académica: Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo: Licenciatura en Biología
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-1

Clave*	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ**
<i>Etapla Básica Obligatoria</i>								
01	Diversidad Biológica	02	02	--	01	02	07	
02	Cambio Ambiental y Sustentabilidad	02	02	--	01	02	07	
03	Química de la Vida	03	01	03	--	03	10	
04	Física General	02	01	02	--	02	07	
05	Matemáticas para Ciencias Biológicas	01	04	--	--	01	06	
06	Invertebrados	02	--	02	01	02	07	
07	Microbiología	02	--	03	01	02	08	
08	Ciencias de la Tierra	02	--	02	01	02	07	
09	Biología Celular y Molecular	02	02	03	--	02	09	03
10	Historia y Filosofía de la Biología	02	02	--	--	02	06	
11	Bioestadística I	02	03	--	--	02	07	
12	Artrópodos	02	--	02	01	02	07	
13	Ficología y Briofitas	02	--	03	01	02	08	
14	Ecología I	02	02	--	01	02	07	
15	Genética Molecular	02	02	03	--	02	09	09
16	Micología y Líquenes	02	--	02	01	02	07	
17	Bioestadística II	02	03	--	--	02	07	11
<i>Etapla Disciplinaria Obligatoria</i>								
18	Chordata	02	--	02	01	02	07	
19	Biología Vegetal	02	--	02	01	02	07	
20	Ecología II	02	02	--	01	02	07	14
21	Genética de Poblaciones y Cuantitativa	02	03	--	--	02	07	15
22	Bioética	02	02	--	--	02	06	
23	Sistemas de Información Geográfica	01	03	--	--	01	05	
24	Fisiología Animal	03	03	--	--	03	09	
25	Morfofisiología Vegetal	02	--	03	--	02	07	
26	Legislación Ambiental Aplicada	02	01	--	--	02	05	
27	Bioinformaticas	01	03	--	--	01	05	21
28	Biología del Desarrollo	03	--	03	--	03	09	

Clave*	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ**
29	Paleobiología	02	--	02	01	02	07	
30	Sistemática Biológica	02	03	--	--	02	07	
31	Flora y Vegetación	02	--	02	01	02	07	
32	Conservación	02	02	--	01	02	07	
33	Biotecnología	03	02	--	--	03	08	27
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
<i>Etapas Terminal Obligatoria</i>								
34	Biogeografía	02	03	--	01	02	08	
35	Evolución	03	02	--	--	03	08	
36	Sistemas Socioecológicos	02	02	--	01	02	07	
	Prácticas Profesionales	--	--	--	--	--	15	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
	<i>Optativa</i>	--	--	--	--	--	Vr	
<i>Etapas Disciplinaria Optativa</i>								
37	Herramientas para el Desarrollo Profesional	01	03	--	--	01	05	
38	Regulación y Señalización Celular	03	01	--	--	03	07	
39	Botánica Económica	02	02	--	01	02	07	
<i>Etapas Terminal Optativa</i>								
40	Política Ambiental y Climática	02	02	--	--	02	06	
41	Geobotánica	02	02	--	01	02	07	
42	Biología de la Conservación	02	03	--	01	02	08	
43	Manejo de Vida Silvestre en Sistemas Socioecológicos	02	01	--	01	02	06	
44	Biología Sintética	02	--	04	--	02	08	
45	Biología de Sistemas	03	--	03	--	03	09	
46	Investigación y Didáctica de las Ciencias	02	02	--	--	02	06	

Clave*	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ**
47	Didáctica de las Ciencias Naturales	02	02	--	--	02	06	
48	Negocios Biotecnológicos	01	04	--	--	01	06	
49	Histología Animal y Vegetal	02	--	02	--	02	06	

*No es la clave oficial, es una numeración consecutiva asignada para el control, orden y organización de las asignaturas. Cuando el plan de estudios se apruebe por el H. Consejo Universitario, se procede al registro oficial en el Sistema Integral de Planes y Programas de Estudio y Autoevaluación y se le asigna la clave.

** Nomenclatura:

HC: Horas Clase

HL: Horas Laboratorio

HT: Horas Taller

HPC: Horas Prácticas de Campo

HE: Horas Extra clase

CR: Créditos

RQ: Requisitos.

Vr. Variable

4.7. Características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento

Unidad académica: Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo: Licenciatura en Biología
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-1

Área: Biodiversidad								
Clave	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ
01	Diversidad Biológica	02	02	--	01	02	07	
06	Invertebrados	02	--	02	01	02	07	
07	Microbiología	02	--	03	07	02	08	
12	Artrópodos	02	--	02	01	02	07	
13	Ficología y Briofitas	02	--	03	01	02	08	
16	Micología y Líquenes	02	--	02	01	02	07	
18	Chordata	02	--	02	01	02	07	
19	Biología Vegetal	02	--	02	01	02	07	
24	Fisiología Animal	03	03	--	--	03	09	
25	Morfofisiología Vegetal	02	--	03	--	02	07	
29	Paleobiología	02	--	02	01	02	07	
30	Sistemática Biológica	02	03	--	--	02	07	
31	Flora y Vegetación	02	--	02	01	02	07	
34	Biogeografía	02	03	--	01	02	08	
Unidades de Aprendizaje Optativas								
39	Botánica Económica	02	02	--	01	02	07	
41	Geobotánica	02	02	--	01	02	07	

Área: Biología Molecular								
Clave	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ
03	Química de la Vida	03	01	03	--	03	10	
09	Biología Celular y Molecular	02	02	03	--	02	09	03
15	Genética Molecular	02	02	03	--	02	09	09
21	Genética de Poblaciones y Cuantitativa	02	03	--	--	02	07	15
27	Bioinformática	01	03	--	--	01	05	21
28	Biología del Desarrollo	03	--	03	--	03	09	
33	Biotecnología	03	02	--	--	03	08	27
35	Evolución	03	02	--	--	03	08	
Unidades de Aprendizaje Optativas								
38	Regulación y Señalización Celular	03	01	--	--	03	07	

Área: Biología Molecular								
44	Biología Sintética	02	--	04	--	02	08	
45	Biología de Sistemas	03	--	03	--	03	09	
48	Negocios Biotecnológicos	01	04	--	--	01	06	
49	Histología Animal y Vegetal	02	--	02	--	02	06	

Área: Sistemas Socioecológicos								
Clave	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ
02	Cambio Ambiental y Sustentabilidad	02	02	--	01	02	07	
08	Ciencias de la Tierra	02	--	02	01	02	07	
10	Historia y Filosofía de la Biología	02	02	--	--	02	06	
14	Ecología I	02	02	--	01	02	07	
20	Ecología II	02	02	--	01	02	07	14
22	Bioética	02	02	--	--	02	06	
23	Sistemas de Información Geográfica	01	03	--	--	01	05	
26	Legislación Ambiental Aplicada	02	01	--	--	02	05	
32	Conservación	02	02	--	01	02	07	
36	Sistemas Socioecológicos	02	02	--	01	02	07	
Unidades de Aprendizaje Optativas								
37	Herramientas para el Desarrollo Profesional	01	03	--	--	01	05	
40	Política Ambiental y Climática	02	02	--	--	02	06	
42	Biología de la Conservación	02	03	--	01	02	08	
43	Manejo de Vida Silvestre en Sistemas Socioecológicos	02	01	--	01	02	06	
46	Investigación y Didáctica de las Ciencias	02	02	--	--	02	06	
47	Didáctica de las Ciencias Naturales	02	02	--	--	02	06	

Área: Biología Experimental								
Clave	Unidad de aprendizaje	HC	HT	HL	HPC	HE	CR	RQ
04	Física General	02	01	02	--	02	07	
05	Matemáticas para Ciencias Biológicas	01	04	--	--	01	06	
11	Bioestadística I	02	03	--	--	02	07	
17	Bioestadística II	02	03	--	--	02	07	11

4.8. Tipología de las unidades de aprendizaje

Unidad académica: Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo: Licenciatura en Biología
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-1

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	<i>Etapa Básica Obligatoria</i>		
01	Diversidad Biológica	3	
	Taller de Diversidad Biológica	2	
	Práctica de campo de Diversidad Biológica	1	
02	Cambio Ambiental y Sustentabilidad	3	
	Taller de Cambio Ambiental y Sustentabilidad	2	
	Práctica de campo de Cambio Ambiental y Sostenibilidad	1	
03	Química de la Vida	3	
	Taller de Química de la Vida	2	
	Laboratorio de Química de la Vida	2	
04	Física General	3	
	Taller de Física General	2	
	Laboratorio de Física General	2	
05	Matemáticas para Ciencias Biológicas	3	
	Taller de Matemáticas para Ciencias Biológicas	2	
06	Invertebrados	3	
	Laboratorio de Invertebrados	2	
	Práctica de campo de Invertebrados	1	
07	Microbiología	3	
	Laboratorio de Microbiología	2	
	Práctica de campo de Microbiología	2	
08	Ciencias de la Tierra	3	
	Laboratorio de Ciencias de la Tierra	2	
	Práctica de campo de Ciencias de la Tierra	1	
09	Biología Celular y Molecular	3	
	Taller de Biología Celular y Molecular	2	
	Laboratorio de Biología Celular y Molecular	2	
10	Historia y Filosofía de la Biología	3	
	Taller de Historia y Filosofía de la Biología	2	
11	Bioestadística I	3	
	Taller de Bioestadística I	2	
12	Artrópodos	3	
	Laboratorio de Artrópodos	2	
	Práctica de campo de Artrópodos	1	
13	Ficología y Briofitas	3	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Laboratorio de Ficología y Briofitas	2	
	Práctica de campo de Ficología y Briofitas	1	
14	Ecología I	3	
	Taller de Ecología I	2	
	Práctica de campo de Ecología I	1	
15	Genética Molecular	3	
	Taller de Genética Molecular	2	
	Laboratorio de Genética Molecular	2	
16	Micología y Líquenes	3	
	Laboratorio de Micología y Líquenes	2	
	Práctica de campo de Micología y Líquenes	1	
17	Bioestadística II	3	
	Taller de Bioestadística II	2	
	<i>Etapla Disciplinaria Obligatoria</i>		
18	Chordata	3	
	Laboratorio de Chordata	2	
	Práctica de campo de Chordata	1	
19	Biología Vegetal	3	
	Laboratorio de Biología Vegetal	2	
	Práctica de campo de Biología Vegetal	1	
20	Ecología II	3	
	Taller de Ecología II	2	
	Práctica de campo de Ecología II	1	
21	Genética de Poblaciones y Cuantitativa	3	
	Taller de Genética de Poblaciones y Cuantitativa	2	
22	Bioética	3	
	Taller de Bioética	2	
23	Sistemas de Información Geográfica	3	
	Taller de Sistemas de Información Geográfica	2	
24	Fisiología Animal	3	
	Taller de Fisiología Animal	2	
25	Morfofisiología Vegetal	3	
	Laboratorio de Morfofisiología Vegetal	2	
26	Legislación Ambiental Aplicada	3	
	Taller de Legislación Ambiental Aplicada	2	
27	Bioinformatics	3	
	Workshop of Bioinformatics	2	
28	Biología del Desarrollo	3	
	Laboratorio de Biología del Desarrollo	2	
29	Paleobiología	3	
	Laboratorio de Paleobiología	2	
	Práctica de campo de Paleobiología	1	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
30	Sistemática Biológica	3	
	Taller de Sistemática Biológica	2	
31	Flora y Vegetación	3	
	Laboratorio de Flora y Vegetación	2	
	Práctica de campo de Flora y Vegetación	1	
32	Conservación	3	
	Taller de Conservación	2	
	Práctica de campo de Conservación	1	
33	Biotecnología	3	
	Taller de Biotecnología	2	
<i>Etapas Terminal Obligatoria</i>			
34	Biogeografía	3	
	Taller de Biogeografía	2	
	Práctica de campo de Biogeografía	1	
35	Evolución	3	
	Taller de Evolución	2	
36	Sistemas Socioecológicos	3	
	Taller de Sistemas Socioecológicos	2	
	Práctica de campo de Sistemas Socioecológicos	1	
<i>Etapas Disciplinaria Optativa</i>			
37	Herramientas para el Desarrollo Profesional	3	
	Taller de Herramientas para el Desarrollo Profesional	2	
38	Regulación y Señalización Celular	3	
	Taller de Regulación y Señalización Celular	2	
39	Botánica Económica	3	
	Taller de Botánica Económica	2	
	Práctica de campo de Botánica Económica	1	
<i>Etapas Terminal Optativa</i>			
40	Política Ambiental y Climática	3	
	Taller de Política Ambiental y Climática	2	
41	Geobotánica	3	
	Taller de Geobotánica	2	
	Práctica de campo de Geobotánica	1	
42	Biología de la Conservación	3	
	Taller de Biología de la Conservación	2	
	Práctica de campo de Biología de la Conservación	1	
43	Manejo de Vida Silvestre en Sistemas Socioecológicos	3	
	Taller de Manejo de Vida Silvestre en Sistemas Socioecológicos	2	
	Práctica de campo de Manejo de Vida Silvestre en Sistemas Socioecológicos	1	
44	Biología Sintética	3	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Laboratorio de Biología Sintética	2	
45	Biología de Sistemas	3	
	Laboratorio de Biología de Sistemas	2	
46	Investigación y Didáctica de las Ciencias	3	
	Taller de Investigación y Didáctica de las Ciencias	2	
47	Didáctica de las Ciencias Naturales	3	
	Taller de Didáctica de las Ciencias Naturales	2	
48	Negocios Biotecnológicos	3	
	Taller de Negocios Biotecnológicos	2	
49	Histología Animal y Vegetal	3	
	Laboratorio de Histología Animal y Vegetal	2	

La tipología de las asignaturas se refiere a los parámetros que se toman en cuenta para la realización eficiente del proceso de aprendizaje integral, tomando en consideración la forma en cómo ésta se desarrolla de acuerdo a sus características, es decir, teóricas o prácticas (laboratorio, taller, clínica o práctica de campo etc.), el equipo necesario, material requerido y espacios físicos en los que se deberá desarrollar el curso, todo ello determinará la cantidad de estudiantes que podrán atenderse por grupo.

De acuerdo con la Guía Metodológica para la Creación, Modificación y Actualización de los Programas Educativos de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC, 2010), existen tres tipologías y es importante precisar, que será el rango normal el que deberá predominar para la formación de los grupos; los casos de límite superior e inferior sólo deberán considerarse cuando la situación así lo amerite por las características propias de la asignatura. Así mismo, se deberá considerar la infraestructura de la unidad académica, evitando asignar un tipo 3 (grupo numeroso) a un laboratorio con capacidad de 10 a 12 estudiantes cuya característica es horas clase (HC) y horas laboratorio (HL). La tipología se designará tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo 1. Está considerado para aquellas actividades de la enseñanza en las que se requiere la manipulación de instrumentos, animales o personas, en donde la responsabilidad de asegurar el adecuado manejo de los elementos es del o la docente y donde, además, es indispensable la supervisión de la ejecución del estudiantado de manera directa y continua (clínica y práctica). El rango correspondiente a este tipo es: rango normal = 6 a 10 estudiantes.

- Tipo 2. Está diseñado para cumplir con una amplia gama de actividades de enseñanza aprendizaje, en donde se requiere una relación estrecha para la supervisión o asesoría docente. Presupone una actividad predominante del estudiantado y un seguimiento vigilante e instrucción correctiva docente (talleres, laboratorios): rango normal = 12 a 20 estudiantes.
- Tipo 3. Son asignaturas básicamente teóricas en las cuales predominan las técnicas expositivas; la actividad se lleva a cabo dentro del aula y requiere un seguimiento grupal en el proceso de aprendizaje integral: rango normal = 24 a 40 estudiantes.

4.9. Equivalencias de las unidades de aprendizaje

Unidad académica: Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo: Licenciatura en Biología
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudios: 2027-1

Clave*	Unidad de aprendizaje Plan de Estudios 2027-1	Clave*	Unidad de aprendizaje Plan de Estudios 2017-2
<i>Etapas Básicas Obligatorias</i>			
01	Diversidad Biológica	28201	Biología
02	Cambio Ambiental y Sustentabilidad	28202	Medio Ambiente y Sociedad
03	Química de la Vida	28221	Bioquímica
04	Física General	28217	Física
05	Matemáticas para Ciencias Biológicas	28206	Cálculo
06	Invertebrados	28212	Invertebrados
07	Microbiología	28207	Microbiología
08	Ciencias de la Tierra	48930	La Vida como un Proceso Planetario
09	Biología Celular y Molecular	28219	Biología Celular
10	Historia y Filosofía de la Biología	52247	Historia y Filosofía de la Biología
11	Bioestadística I	28211	Estadística
12	Artrópodos	28218	Artrópodos
13	Ficología y Briofitas	28220	Ficología y Briofitas
14	Ecología I	28222	Ecología de Poblaciones
15	Genética Molecular	28226	Genética
16	Micología y Líquenes	28213	Micología y Líquenes
17	Bioestadística II	28247	Bioestadística
<i>Etapas Disciplinarias Obligatorias</i>			
18	Chordata	28223	Biología de Cordados
19	Biología Vegetal	28214	Biología Vegetal
20	Ecología II	28224	Ecología de Comunidades
21	Genética de Poblaciones y Cuantitativa	28230	Genética de Poblaciones y Cuantitativa
22	Bioética	28210	Ética
23	Sistemas de Información Geográfica	28208	Fundamentos de Cartografía y Sistemas de Información Geográfica
24	Fisiología Animal	28227	Fisiología Animal
25	Morfofisiología Vegetal	28229	Morfología y Fisiología Vegetal
26	Legislación Ambiental Aplicada	28235	Política Ambiental

Clave*	Unidad de aprendizaje Plan de Estudios 2027-1	Clave*	Unidad de aprendizaje Plan de Estudios 2017-2
27	Bioinformatics	--	Sin equivalencia
28	Biología del Desarrollo	28228	Biología del Desarrollo
29	Paleobiología	44551	Paleobiología
30	Sistemática Biológica	33536	Sistemática
31	Flora y Vegetación	28225	Flora y Vegetación
32	Conservación	39230	Evidence-Based Conservation
33	Biotecnología	28233	Biotecnología
<i>Etapas Terminal Obligatoria</i>			
34	Biogeografía	28231	Biogeografía
35	Evolución	28232	Evolución
36	Sistemas Socioecológicos	--	Sin equivalencia
<i>Etapas Disciplinaria Optativa</i>			
37	Herramientas para el Desarrollo Profesional	52236	Herramientas para el Desarrollo Profesional
38	Regulación y Señalización Celular	--	Sin equivalencia
39	Botánica Económica	28243	Botánica Económica
<i>Etapas Terminal Optativa</i>			
40	Política Ambiental y Climática	--	Sin equivalencia
41	Geobotánica	28246	Geobotánica
42	Biología de la Conservación	28238	Biología de la Conservación
43	Manejo de Vida Silvestre en Sistemas Socioecológicos	--	Sin equivalencia
44	Biología Sintética	--	Sin equivalencia
45	Biología de Sistemas	--	Sin equivalencia
46	Investigación y Didáctica de las Ciencias	--	Sin equivalencia
47	Didáctica de las Ciencias Naturales	--	Sin equivalencia
48	Negocios Biotecnológicos	--	Sin equivalencia
49	Histología Animal y Vegetal	--	Sin equivalencia

5. Estructura y componentes formativos del plan de estudios

La formación en la Licenciatura en Biología articula los fundamentos científicos de las ciencias exactas, naturales y biológicas con el desarrollo de conocimientos, habilidades, actitudes y valores propios de la disciplina y su aplicación en los distintos ámbitos del ejercicio profesional. A lo largo de la trayectoria curricular, el estudiantado amplía y profundiza su comprensión de los sistemas biológicos, desde sus diferentes niveles de organización hasta las interacciones que se establecen entre la biodiversidad, los sistemas socioecológicos y los desarrollos contemporáneos de la biología molecular y la biotecnología.

Esta formación se desarrolla mediante las etapas básica, disciplinaria y terminal, y se complementa con experiencias que favorecen el uso del idioma inglés, la incorporación de tecnologías de la información e inteligencia artificial y la promoción de habilidades blandas para el ejercicio de la profesión. Asimismo, la flexibilidad curricular permite profundizar en ámbitos específicos de la Biología mediante certificados y otras experiencias formativas, acompañadas de estrategias institucionales orientadas al bienestar del estudiantado.

5.1. Etapas de formación

La trayectoria curricular de la Licenciatura en Biología se desarrolla mediante tres etapas de formación que articulan gradualmente los aprendizajes requeridos para el logro del perfil de egreso. La etapa básica proporciona los fundamentos científicos, metodológicos e instrumentales para comprender los fenómenos biológicos; la etapa disciplinaria profundiza en el estudio de los sistemas biológicos y socioecológicos mediante métodos y herramientas propios de la profesión; y la etapa terminal integra los aprendizajes desarrollados para abordar problemáticas del campo profesional y orientar la trayectoria hacia ámbitos de interés y profundización.

5.1.1. Etapa básica

La etapa básica tiene como intención proporcionar los fundamentos científicos, metodológicos e instrumentales necesarios para comprender los fenómenos biológicos desde diferentes niveles de organización. En ella, el estudiantado construye las bases para el estudio de la vida mediante la integración de conocimientos de las ciencias exactas, naturales y biológicas, así como mediante experiencias de laboratorio, campo y análisis de datos que favorecen el razonamiento científico.

La formación en esta etapa favorece la comprensión inicial de la organización celular, la diversidad biológica y los procesos ecológicos, al tiempo que fortalece capacidades para observar, analizar e interpretar fenómenos naturales con rigor científico. De esta manera, se establecen las bases conceptuales y metodológicas necesarias para avanzar hacia el estudio especializado de los distintos campos de la Biología.

Competencia de la etapa básica

Integrar los fundamentos teóricos, metodológicos e instrumentales de las ciencias exactas, naturales y biológicas, mediante el trabajo de laboratorio, exploración de campo, análisis de datos y el razonamiento lógico-matemático, para establecer las bases científicas que permitan comprender los distintos niveles de organización celular, la diversidad biológica y los procesos ecológicos iniciales, actuando con curiosidad, pensamiento crítico, responsabilidad y rigor científico.

5.1.2. Etapa disciplinaria

La etapa disciplinaria tiene como intención profundizar en el estudio de la estructura, funcionamiento, diversidad y dinámica de los sistemas biológicos y socioecológicos, mediante la apropiación y aplicación de conocimientos, métodos y herramientas propios de los diferentes campos de la Biología. En esta etapa, el estudiantado amplía su capacidad para analizar fenómenos biológicos desde perspectivas genéticas, fisiológicas, ecológicas, taxonómicas y biotecnológicas.

La formación disciplinaria favorece la integración de métodos de análisis de datos, herramientas espaciales, bioinformáticas y biotecnológicas para interpretar la

complejidad de los sistemas vivos y generar información pertinente para su estudio, conservación y aprovechamiento sustentable. Con ello, el estudiantado avanza de la comprensión de los fundamentos hacia su aplicación en el análisis de problemas propios de la profesión.

Competencia de la etapa disciplinaria

Analizar la estructura, funcionamiento y dinámicas evolutivas de los sistemas biológicos y socioecológicos, mediante la aplicación de métodos de análisis genético, fisiológico, taxonómico y biotecnológico, para diagnosticar el estado de la biodiversidad, comprender la complejidad de los organismos y aplicar asertivamente el marco normativo ambiental, demostrando ética profesional, compromiso socioambiental y disposición para el trabajo colaborativo.

5.1.3. Etapa terminal

La etapa terminal tiene como intención integrar y aplicar los aprendizajes desarrollados durante la trayectoria formativa para abordar problemáticas biológicas, socioambientales y biotecnológicas de mayor complejidad. En ella, el estudiantado articula conocimientos sobre biodiversidad, evolución, procesos biogeográficos y sistemas socioecológicos con herramientas científicas y tecnológicas para analizar situaciones del campo profesional y formular alternativas sustentadas en evidencia.

Asimismo, esta etapa favorece la profundización y diferenciación de la trayectoria formativa de acuerdo con los intereses académicos y profesionales del estudiantado, así como la vinculación de los aprendizajes con escenarios y problemáticas propios del ejercicio de la Biología. De esta manera, la formación terminal articula la integración disciplinaria, la flexibilidad curricular y la aplicación profesional como elementos para la consolidación del perfil de egreso.

Competencia de la etapa terminal

Formular soluciones y estrategias de manejo innovadoras frente a problemáticas socioambientales y biotecnológicas de actualidad, mediante la integración holística de procesos evolutivos, biogeográficos y el uso de herramientas tecnológicas avanzadas,

para promover la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento sustentable de los recursos y el diseño de sistemas biológicos aplicados, con un alto sentido de responsabilidad social, liderazgo y visión transdisciplinaria.

5.2. Promoción de competencia en el idioma inglés

El plan de estudios promueve el uso progresivo del idioma inglés mediante su integración en unidades de aprendizaje seleccionadas a lo largo de las etapas de formación. Esta estrategia incorpora experiencias vinculadas con situaciones propias de la Biología, tales como la consulta de claves y literatura científica, comprensión de vocabulario especializado, interpretación de información técnica, elaboración de productos escritos y comunicación oral de resultados, casos o aplicaciones disciplinares.

La incorporación del inglés se plantea de manera gradual y contextualizada. En la etapa básica predominan experiencias de reconocimiento de vocabulario, comprensión de información explícita y producción breve con apoyos lingüísticos; en la etapa disciplinaria se amplían las oportunidades para consultar literatura especializada, interpretar información científica y comunicar de manera breve procedimientos, resultados y aplicaciones; mientras que en la etapa terminal se favorece una mayor participación en experiencias de expresión e interacción oral relacionadas con situaciones disciplinares conocidas.

Esta estrategia no tiene como finalidad que las unidades de aprendizaje seleccionadas, de manera individual o en su conjunto, desarrollen, alcancen o acrediten por sí mismas el nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas. Su propósito es proporcionar oportunidades curriculares sistemáticas para que el estudiantado utilice el inglés en contextos académicos y profesionales de la Biología, fortaleciendo gradualmente su familiaridad y desenvolvimiento con el idioma en la disciplina. El nivel B1 constituye el referente establecido para el egreso y su acreditación se realiza mediante los mecanismos institucionales previstos para tal efecto.

La Tabla 12 presenta las unidades de aprendizaje seleccionadas que concretan esta estrategia a lo largo de la trayectoria curricular, precisando para cada una el propósito del componente de inglés, la habilidad predominante, la actividad o experiencia

integrada, la evidencia o producto esperado y el alcance de la experiencia lingüística. De esta manera, la matriz permite identificar la correspondencia entre la progresión representada en la Figura 1 y su concreción en experiencias formativas verificables dentro de los programas de unidad de aprendizaje.

Tabla 12.

Integración progresiva del idioma inglés en unidades de aprendizaje seleccionadas

Unidad de aprendizaje	Propósito del componente de inglés	Habilidad predominante	Actividad o experiencia integrada en inglés	Evidencia o producto esperado	Alcance de la experiencia lingüística
Invertebrados	Reconocer vocabulario disciplinar básico asociado con la identificación y descripción de organismos.	Comprensión escrita	Consultar claves o materiales taxonómicos breves y reconocer términos básicos en inglés durante una práctica.	Ficha bilingüe de identificación con nombre del organismo, características y vocabulario básico.	Identifica palabras y expresiones frecuentes y registra información breve con apoyo de modelos y vocabulario proporcionado.
Microbiología	Comprender vocabulario elemental relacionado con bioseguridad y trabajo de laboratorio.	Comprensión oral y escrita	Escuchar indicaciones breves y comparar señalización o instrucciones de bioseguridad en inglés y español.	Registro breve o cuadro bilingüe de indicaciones y señalización de bioseguridad.	Comprende instrucciones breves y expresiones de uso frecuente en situaciones conocidas de laboratorio.
Biología Celular y Molecular	Familiarizarse con terminología básica sobre estructuras y procesos celulares y moleculares.	Comprensión audiovisual y escrita	Observar un recurso audiovisual breve en inglés e identificar conceptos para incorporarlos a una representación gráfica.	Diagrama o esquema con etiquetas seleccionadas en español e inglés.	Reconoce información explícita y vocabulario disciplinar frecuente con apoyo visual.
Historia y Filosofía de la Biología	Recuperar información esencial de textos o recursos disciplinares y comunicarla de manera breve.	Comprensión y producción escrita	Revisar una fuente breve y elaborar una síntesis guiada incorporando expresiones básicas en inglés.	Resumen ejecutivo breve bilingüe.	Recupera ideas principales y produce enunciados sencillos mediante estructuras y vocabulario previamente trabajado.
Artrópodos	Utilizar vocabulario taxonómico básico	Comprensión escrita	Consultar claves, guías o recursos	Registro de identificación o	Localiza información específica y reconoce

Unidad de aprendizaje	Propósito del componente de inglés	Habilidad predominante	Actividad o experiencia integrada en inglés	Evidencia o producto esperado	Alcance de la experiencia lingüística
	para apoyar procesos de identificación.		taxonómicos en inglés y español durante actividades de identificación.	ficha taxonómica con terminología básica en inglés.	términos disciplinares frecuentes en documentos estructurados.
Ecología I	Comprender información científica básica presentada en fuentes disciplinares en inglés.	Comprensión escrita	Realizar lectura guiada de un artículo o fragmento científico e identificar propósito, conceptos y resultados principales.	Ficha de lectura con palabras clave e ideas principales.	Comprende información explícita y localiza datos relevantes en textos breves con apoyo docente.
Genética Molecular	Reconocer y emplear terminología genética y molecular en la interpretación de información científica.	Comprensión y producción escrita	Consultar literatura o recursos especializados en inglés y comunicar de manera guiada resultados seleccionados de una actividad.	Síntesis o sección breve de reporte con terminología disciplinar en inglés.	Describe procedimientos o resultados conocidos mediante frases sencillas y vocabulario especializado previamente trabajado.
Ecología II	Profundizar en la comprensión de literatura científica en inglés y sintetizar información ecológica relevante.	Comprensión y producción escrita	Leer un artículo científico, identificar sus principales componentes y elaborar una síntesis breve en inglés.	Resumen estructurado del artículo.	Comprende las ideas principales de textos disciplinares accesibles y comunica información esencial mediante estructuras conocidas.
Genética de Poblaciones y Cuantitativa	Comunicar información básica procedente de literatura especializada sobre problemas de	Comprensión escrita, expresión e interacción oral	Analizar un artículo científico y presentar de manera guiada objetivo, metodología y resultados principales, atendiendo preguntas preparadas.	Presentación breve con apoyo visual y respuestas a preguntas previstas.	Expone información conocida con secuencia comprensible y responde preguntas directas con apoyo.

Unidad de aprendizaje	Propósito del componente de inglés	Habilidad predominante	Actividad o experiencia integrada en inglés	Evidencia o producto esperado	Alcance de la experiencia lingüística
	genética de poblaciones.				
Sistemas de Información Geográfica	Comunicar de forma breve resultados derivados del análisis e interpretación de información geográfica.	Producción escrita	Interpretar un producto cartográfico o resultado de SIG y redactar en inglés sus principales hallazgos mediante una estructura guiada.	Ficha o sección breve de interpretación de resultados en inglés.	Describe ubicación, patrones y resultados básicos utilizando vocabulario disciplinar y conectores frecuentes.
Fisiología Animal	Comprender y comunicar información científica básica relacionada con casos y resultados fisiológicos.	Comprensión y producción escrita	Revisar un caso o fuente científica en inglés y sintetizar problema, variables y resultado principal.	Resumen científico breve incorporado al reporte de la actividad.	Comprende información principal y describe un caso conocido mediante vocabulario fisiológico frecuente.
Bioinformatics	Utilizar el inglés como medio de acceso e interpretación de información propia del análisis bioinformático.	Comprensión escrita	Consultar interfaces, bases de datos, documentación o resultados bioinformáticos en inglés e identificar información relevante para un análisis.	Registro de búsqueda o ficha de interpretación con términos y resultados principales.	Localiza, comprende y registra información técnica frecuente en entornos bioinformáticos conocidos.
Biología del Desarrollo	Comunicar de manera breve procesos y resultados asociados con el desarrollo biológico.	Producción escrita	Elaborar una sección breve en inglés a partir de resultados de una práctica o caso trabajado en el curso.	Resumen breve bilingüe o sección estructurada de un reporte.	Describe procesos y resultados conocidos mediante oraciones enlazadas y vocabulario disciplinar frecuente.
Biotecnología	Comunicar de manera funcional	Producción escrita	Elaborar una ficha de 60–80 palabras sobre	Ficha técnica o tarjeta de	Describe una aplicación conocida y relaciona

Unidad de aprendizaje	Propósito del componente de inglés	Habilidad predominante	Actividad o experiencia integrada en inglés	Evidencia o producto esperado	Alcance de la experiencia lingüística
	una aplicación biotecnológica y sus características principales.		una aplicación revisada, considerando problema, proceso, producto, usuario y un beneficio o aspecto de seguridad.	innovación en inglés.	información básica mediante conectores frecuentes, sin exigir argumentación técnica extensa.
Regulación y Señalización Celular (<i>optativa</i>)	Describir de manera guiada los componentes y la secuencia básica de una vía regulatoria o de señalización.	Producción escrita	Etiquetar un diagrama con terminología especializada y redactar una descripción breve de los principales pasos de la vía.	Mapa de vía anotado y descripción estructurada de 50–70 palabras.	Nombra componentes, establece secuencias y expresa relaciones sencillas, sin exigir análisis autónomo de literatura u ómicas en inglés.
Evolución	Comunicar oralmente un caso evolutivo conocido y responder preguntas sencillas sobre evidencia, cambio y resultado.	Expresión e interacción oral	Presentar durante dos o tres minutos un caso trabajado, utilizando apoyo visual y expresiones previamente practicadas, y responder una o dos preguntas previsibles.	Presentación oral breve o grabación con apoyo visual.	Describe el caso, establece comparaciones y comunica resultados; responde preguntas sencillas sin requerir una defensa argumentativa extensa.
Biología Sintética (<i>optativa</i>)	Comunicar oralmente el propósito y los componentes básicos de un diseño o aplicación de biología sintética.	Expresión e interacción oral	Presentar brevemente un componente del proyecto —problema, componente biológico, acción, resultado esperado y una regla de seguridad— con apoyo visual.	Presentación oral breve, esquema visual y guía de respuestas.	Describe un diseño conocido y una regla de seguridad mediante expresiones claras; responde preguntas directas sin justificar integralmente la validación experimental.
Biología de Sistemas (<i>optativa</i>)	Explicar oralmente los componentes y relaciones básicas	Expresión e interacción oral	Presentar durante dos o tres minutos una red o resultado conocido	Presentación oral breve, diagrama	Nombra componentes, describe conexiones y comunica un resultado

Unidad de aprendizaje	Propósito del componente de inglés	Habilidad predominante	Actividad o experiencia integrada en inglés	Evidencia o producto esperado	Alcance de la experiencia lingüística
	de una red biológica o resultado de simulación.		utilizando vocabulario disciplinar previamente trabajado y responder preguntas practicadas.	de red y ficha de hallazgos.	sencillo, sin exigir explicar ecuaciones, parámetros o fundamentación avanzada del modelado en inglés.

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis documental de los Programas de Unidad de Aprendizaje (PUA), con apoyo de inteligencia artificial como herramienta de asistencia analítica.

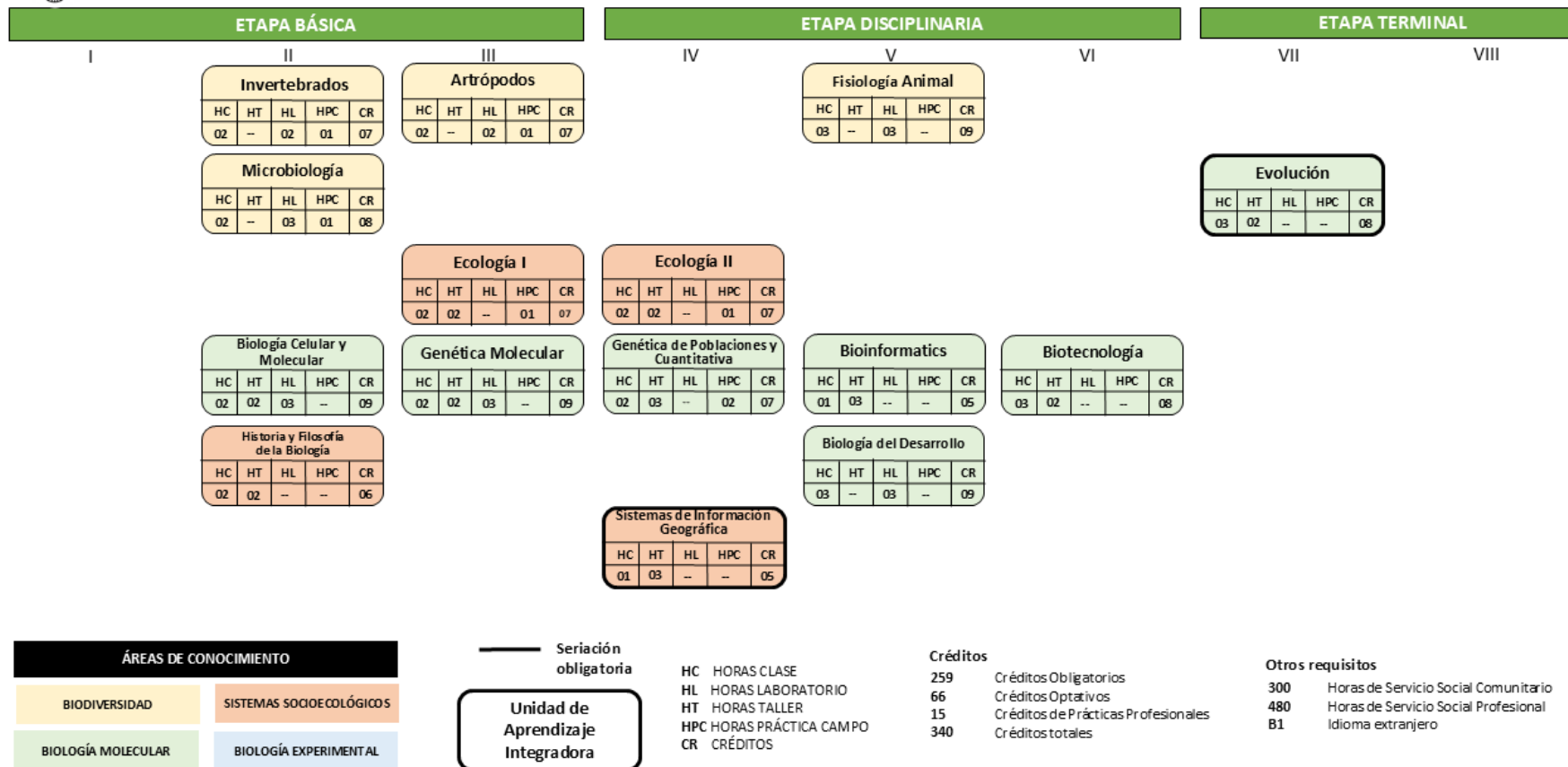
Figura 1. Progresión de las experiencias formativas para el uso del idioma inglés en la Licenciatura en Biología



LICENCIATURA EN BIOLOGÍA PLAN DE ESTUDIOS 2027-1



**FACULTAD DE
CIENCIAS**



Fuente. Elaboración propia

5.3. Integración de tecnologías de la información e inteligencia artificial

La integración de las tecnologías de la información y de herramientas de inteligencia artificial en el plan de estudios se desarrolla de manera transversal y contextualizada en distintas unidades de aprendizaje, de acuerdo con las necesidades metodológicas y analíticas propias de la formación en Biología. Su incorporación comprende desde el uso de herramientas digitales para la búsqueda, registro, organización y representación de información, hasta la aplicación de software especializado, simuladores, bases de datos científicas, lenguajes de programación y herramientas de inteligencia artificial para el análisis e interpretación de datos biológicos.

Esta integración se concreta en actividades y productos establecidos en los programas de unidad de aprendizaje, mediante los cuales el estudiantado emplea recursos tecnológicos para atender problemas propios de la disciplina. Entre ellos se encuentran el análisis estadístico y espacial de datos, la consulta y procesamiento de información genética y molecular, la simulación de procesos biológicos y ecológicos, el análisis bioinformático y el apoyo de herramientas de inteligencia artificial en actividades académicas delimitadas. De esta manera, las tecnologías se incorporan como recursos para el desarrollo de las competencias profesionales y no como contenidos aislados del proceso formativo.

La **Tabla 13** presenta las unidades de aprendizaje en las que se identificó de manera explícita la integración de tecnologías de la información o inteligencia artificial, las herramientas utilizadas, su propósito y como complemento de las evidencias identificadas en los programas de unidad de aprendizaje, la **Figura 2** muestra la ubicación de las unidades de aprendizaje seleccionadas para la incorporación de tecnologías de la información e inteligencia artificial a lo largo de la trayectoria curricular. Su distribución permite visualizar el carácter transversal de esta incorporación en las distintas etapas de formación del plan de estudios.

Tabla 13.

Evidencias de incorporación de tecnologías de la información e inteligencia artificial en los programas de unidad de aprendizaje

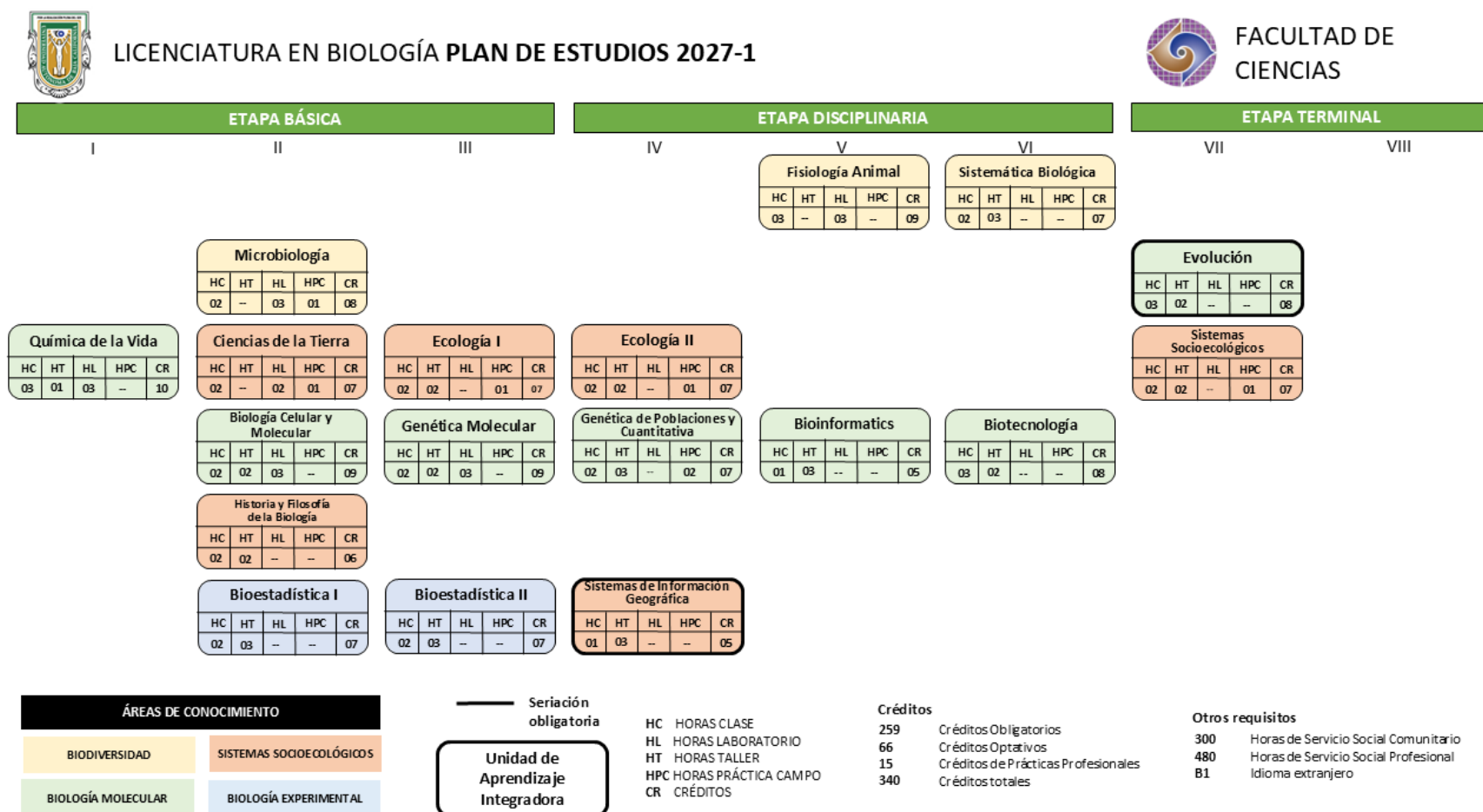
Unidad de aprendizaje	TI/IA identificada en el PUA	Uso disciplinar	Actividad o experiencia documentada	Evidencia o producto verificable
Química de la Vida	Software de visualización y recursos computacionales	Modelaje y visualización molecular	Empleo de modelaje molecular para analizar estructuras del carbono, grupos funcionales e isomería; las prácticas contemplan software de visualización y computadora con acceso a internet.	Bitácora y productos derivados de las prácticas y talleres incorporados al portafolio integrador.
Microbiología	Recursos digitales para documentación y comunicación científica	Registro, documentación y divulgación de información microbiológica	Uso de dispositivos digitales para documentar actividades y elaboración de materiales de divulgación científica en formatos como infografía, video o cápsula.	Portafolio de prácticas y material de divulgación científica.
Ciencias de la Tierra	Recursos cartográficos digitales y Geoinfomapa	Consulta e interpretación de información geológica y cartográfica	Consulta de cartografía y recursos geológicos digitales, entre ellos el Geoinfomapa del Servicio Geológico Mexicano.	Productos de análisis e interpretación de información geológica y cartográfica previstos en las actividades del PUA.
Biología Celular y Molecular	Bases de datos y repositorios digitales especializados	Consulta y análisis de información celular y molecular	Uso de recursos especializados como Cell Image Library y Human Protein Atlas–Cell Atlas para acceder a imágenes, videos e información sobre localización subcelular de proteínas.	Productos de taller y prácticas integrados en los portafolios correspondientes.
Historia y Filosofía de la Biología	Recursos digitales para búsqueda, consulta y análisis de información	Recuperación y análisis de información científica y filosófica	Consulta de fuentes y recursos digitales para analizar textos, posturas y problemas vinculados con el desarrollo	Productos de análisis, síntesis y reflexión integrados al portafolio de evidencias.

Unidad de aprendizaje	TI/IA identificada en el PUA	Uso disciplinar	Actividad o experiencia documentada	Evidencia o producto verificable
			histórico y filosófico de la Biología.	
Ecología I	Virtual Biology Lab, Windy, Excel, Jamovi y R	Simulación ecológica, registro de variables ambientales y análisis de datos	Uso de simuladores virtuales para estimar parámetros poblacionales; registro de variables ambientales mediante Windy y procesamiento de datos ecológicos mediante hojas de cálculo y software estadístico.	Bases de datos de simulaciones, cálculos, análisis estadísticos y reporte de práctica de campo.
Genética Molecular	GenBank, NCBI BLAST, MAFFT, Clustal Omega, Primer3Web, AliView y SeaView	Recuperación y análisis de secuencias, alineamiento, diseño de primers e identificación molecular	Recuperación de secuencias en bases de datos; alineamiento múltiple; diseño de primers; comparación mediante BLAST y análisis filogenético de secuencias problema.	Tabla de primers, archivos de secuencias, resultados de análisis, conclusiones y registros en bitácora.
Bioestadística I	Hojas de cálculo y software estadístico	Organización, representación y análisis descriptivo de datos biológicos	Uso de recursos computacionales para organizar bases de datos, realizar cálculos estadísticos y representar gráficamente información biológica.	Bases de datos, ejercicios de análisis, tablas, gráficas y productos integrados al portafolio.
Bioestadística II	R, Jamovi y Excel	Análisis estadístico inferencial, modelado y visualización de datos	Importación de bases de datos, aplicación de pruebas estadísticas, construcción de gráficos, estimación de modelos y comparación de resultados mediante software.	Reportes de análisis, representaciones gráficas y presentaciones integradas al portafolio.
Ecología II	Recursos computacionales para tratamiento y análisis de datos	Procesamiento e interpretación de información ecológica	Análisis de parámetros de comunidades biológicas a partir de información bibliográfica y datos generados mediante las prácticas de campo.	Portafolio de prácticas y ensayo integrador sustentado en los datos obtenidos.

Unidad de aprendizaje	TI/IA identificada en el PUA	Uso disciplinar	Actividad o experiencia documentada	Evidencia o producto verificable
Genética de Poblaciones y Cuantitativa	Arlequin, PopArt y bases de datos científicas	Análisis de diversidad genética y relaciones haplotípicas	Procesamiento de datos genéticos mediante software especializado; construcción e interpretación de redes haplotípicas y consulta de bases científicas.	Reportes con tablas, gráficas, redes haplotípicas e interpretación biológica. El PUA incorpora además manuales y tutoriales de GenAlEx, MEGA, DNAsp, Arlequin y Network.
Sistemas de Información Geográfica	QGIS, R, Google Earth, MaxEnt y bases de datos georreferenciadas	Análisis espacial, cartografía digital y modelado de información biológica	Procesamiento de información vectorial y ráster, geoprocésamiento, análisis espacial, elaboración de cartografía y aproximaciones al modelado de distribución de especies.	Proyectos SIG, mapas temáticos y productos cartográficos digitales.
Fisiología Animal	NotebookLM, Kubios HRV, ImageJ, JASP/R y sistemas digitales de adquisición y análisis de datos	Análisis fisiológico, tratamiento estadístico, análisis de imágenes y apoyo de IA para analizar literatura científica	Procesamiento de datos experimentales y fisiológicos, análisis de micrografías y empleo de NotebookLM para apoyar el análisis guiado de literatura científica.	Plantillas de análisis, gráficas, resultados procesados y reportes científicos.
Bioinformatics	Bases de datos biológicas, BLAST, GenBank, UniProt, RCSB PDB y fundamentos de programación con Perl y Python	Recuperación, procesamiento, comparación e interpretación computacional de información biológica	Consulta de bases de datos especializadas, recuperación de secuencias de ácidos nucleicos y proteínas, búsquedas mediante BLAST y análisis de datos genómicos, transcriptómicos y proteómicos. Incorpora fundamentos de programación con Perl y Python.	Reportes de prácticas y reporte técnico en el que se infiere un patrón o fenómeno biológico mediante conjuntos de datos genómicos, transcriptómicos o proteómicos y análisis bioinformáticos.
Sistemática Biológica	PAUP, MrBayes, BEAST, IQ-TREE, RAxML, MEGA y otros	Reconstrucción y comparación filogenética	Desarrollo de análisis computacionales para reconstruir árboles filogenéticos	Reporte comparativo de análisis filogenéticos y exposición de resultados.

Unidad de aprendizaje	TI/IA identificada en el PUA	Uso disciplinar	Actividad o experiencia documentada	Evidencia o producto verificable
	recursos para análisis filogenético		mediante distintos métodos, evaluar modelos y comparar topologías.	
Biotecnología	Recursos digitales y herramientas bioinformáticas	Búsqueda, análisis y comunicación de información biotecnológica	Consulta de información científica y tecnológica y empleo de recursos digitales y estrategias simuladas para el diseño de procesos y análisis de datos.	Proyecto integrador y productos de análisis y comunicación científica. El propio propósito del PUA establece el uso de recursos digitales y estrategias simuladas.
Evolución	Virtual Biology Lab, simuladores en línea, Google Classroom, Excel y R	Simulación de procesos evolutivos, análisis cuantitativo e interpretación filogenética	Uso de simuladores para analizar procesos evolutivos y de Excel/R para cálculos, construcción de gráficas y pruebas estadísticas; empleo de plataformas digitales para documentar y discutir resultados.	Resultados de simulaciones, cálculos, gráficas, análisis estadísticos, cuestionarios argumentados y productos integradores. El PUA documenta expresamente el uso de Excel/R y Google Classroom.
Sistemas Socioecológicos	Plataformas digitales, equipo de cómputo y dispositivos digitales de registro	Búsqueda, documentación, análisis y comunicación de información socioecológica	Investigación y análisis de sistemas socioecológicos mediante fuentes digitales, registro de información de campo mediante fotografía, audio o video y entrega de evidencias en plataformas digitales.	Evidencias digitales, productos de análisis de casos y reporte de práctica de campo.

Figura 2. Incorporación de tecnologías de la información e inteligencia artificial en el plan de estudios



Fuente: Elaboración propia.

5.4. Promoción de habilidades blandas para el ejercicio de la profesión

El plan de estudios promueve el fortalecimiento de **habilidades blandas en transversalidad** mediante experiencias formativas integradas en unidades de aprendizaje de las distintas etapas de formación. Su incorporación se vincula con las actividades y evidencias de aprendizaje previstas en los programas de unidad de aprendizaje (PUA), de manera que estas habilidades se movilizan en situaciones propias de la formación disciplinaria y del futuro ejercicio profesional.

Entre las habilidades que adquieren mayor presencia se encuentran el **pensamiento crítico, el trabajo colaborativo, la comunicación y la toma de decisiones**, las cuales se favorecen mediante el análisis e interpretación de información, la argumentación de posturas, la resolución de problemas y casos, el trabajo en equipo, la discusión de resultados y la comunicación de hallazgos. Los PUA permiten constatar estas experiencias a través de productos como portafolios, ensayos, reportes, proyectos, presentaciones y otras evidencias derivadas de actividades de laboratorio, taller y campo. Por ejemplo, en *Ciencias de la Tierra* el portafolio integrador se plantea expresamente como evidencia del pensamiento crítico y de la vinculación entre teoría y práctica; mientras que en *Bioética* se establece el análisis de dilemas para la toma de decisiones fundamentadas. La incorporación de estas habilidades se distribuye a lo largo de la trayectoria curricular y se articula con los aprendizajes propios de la disciplina. Como se muestra en la **Figura 3**, las unidades de aprendizaje seleccionadas se ubican en las etapas básica, disciplinaria y terminal, lo que permite que el estudiantado participe en diferentes experiencias para movilizar habilidades blandas en contextos académicos y profesionales vinculados con la biología.

La **Tabla 14** presenta la relación entre las unidades de aprendizaje seleccionadas y las habilidades blandas predominantes que cuentan con sustento en sus PUA, identificando las situaciones formativas en las que se promueven y las evidencias o productos mediante los cuales pueden observarse.

Tabla 14.

Evidencias de promoción de habilidades blandas en unidades de aprendizaje seleccionadas

Unidad de aprendizaje	Habilidad(es) blanda(s) predominante(s)	Situación formativa en la que se promueve	Evidencia o producto verificable
Ciencias de la Tierra	Pensamiento crítico y trabajo colaborativo	El estudiantado analiza procesos geológicos y climáticos y establece sus relaciones con sistemas biológicos y socioecológicos. Las actividades de laboratorio y campo requieren análisis experimental, organización del trabajo y colaboración para interpretar fenómenos y vincular teoría con práctica.	Portafolio integrador con reportes de laboratorio y campo, y ensayo final en el que se analiza el impacto de un proceso geológico o climático sobre un sistema biológico o socioecológico. El propio PUA establece que el portafolio evidencia pensamiento crítico y capacidad de vincular teoría y práctica.
Historia y Filosofía de la Biología	Pensamiento crítico y comunicación	Mediante análisis de textos, debates, estudios de caso y discusión de problemas históricos, filosóficos y sociopolíticos, el estudiantado argumenta posturas y comunica conceptos científicos. En actividades colaborativas defiende posturas, busca consensos y desarrolla productos de comunicación para públicos no especializados.	Portafolio de análisis histórico-filosófico y proyecto de comunicación científica mediante infografía, video o podcast, presentado y justificado ante el grupo.
Ecología I	Pensamiento crítico y trabajo colaborativo	Las prácticas articulan observación, simulación, análisis de información y trabajo de campo para interpretar procesos ecológicos. La resolución de actividades en equipos favorece la discusión de resultados y la construcción conjunta de explicaciones a partir de evidencia.	Reportes y productos derivados de prácticas y actividades de análisis ecológico, integrados en las evidencias establecidas en el PUA.
Ecología II	Pensamiento crítico y trabajo colaborativo	El estudiantado analiza información bibliográfica y datos obtenidos en campo para interpretar factores y procesos que estructuran las comunidades biológicas. Las prácticas de taller y campo demandan	Portafolio de prácticas de taller y campo y ensayo integrador sustentado en los datos obtenidos y referentes teóricos. Las competencias de las unidades señalan

Unidad de aprendizaje	Habilidad(es) blanda(s) predominante(s)	Situación formativa en la que se promueve	Evidencia o producto verificable
		análisis, contraste de resultados y construcción de explicaciones sustentadas en evidencia.	expresamente una actuación analítica y de pensamiento crítico.
Bioética	Pensamiento crítico y toma de decisiones	El estudiantado analiza dilemas éticos y casos reales, contrasta alternativas desde diferentes marcos bioéticos, argumenta posturas y propone decisiones o medidas fundamentadas. Las estrategias incluyen estudio de casos, aprendizaje basado en problemas, debates, discusión guiada y trabajo colaborativo.	Ensayo individual de análisis ético sobre un dilema contemporáneo y portafolio de reflexiones éticas basadas en casos reales.
Fisiología Animal	Pensamiento crítico y trabajo colaborativo	El estudiantado resuelve problemas y casos fisiológicos mediante interpretación de datos y diseño experimental. En las prácticas dialoga en equipo para analizar y refinar diseños experimentales y desarrolla proyectos de investigación de manera colaborativa.	Diseños experimentales, análisis de datos y reportes científicos; el PUA incorpora además un proyecto de investigación fisiológica desarrollado mediante equipos de trabajo.
Sistemas Socioecológicos	Trabajo colaborativo y comunicación	El estudiantado trabaja en equipos para seleccionar y aplicar marcos analíticos a casos socioecológicos, discutir resultados, construir conclusiones y presentarlas al grupo. En campo interactúa con comunidades o instituciones mediante metodologías participativas, lo que demanda diálogo, escucha e interacción respetuosa con distintos actores.	Productos de análisis de casos, presentaciones grupales y evidencias de las prácticas; en campo, aplicación participativa de instrumentos y elaboración del reporte correspondiente.

Fuente: Elaboración propia con base en los programas de unidad de aprendizaje del plan de estudios 2027-1 de la Licenciatura en Biología.

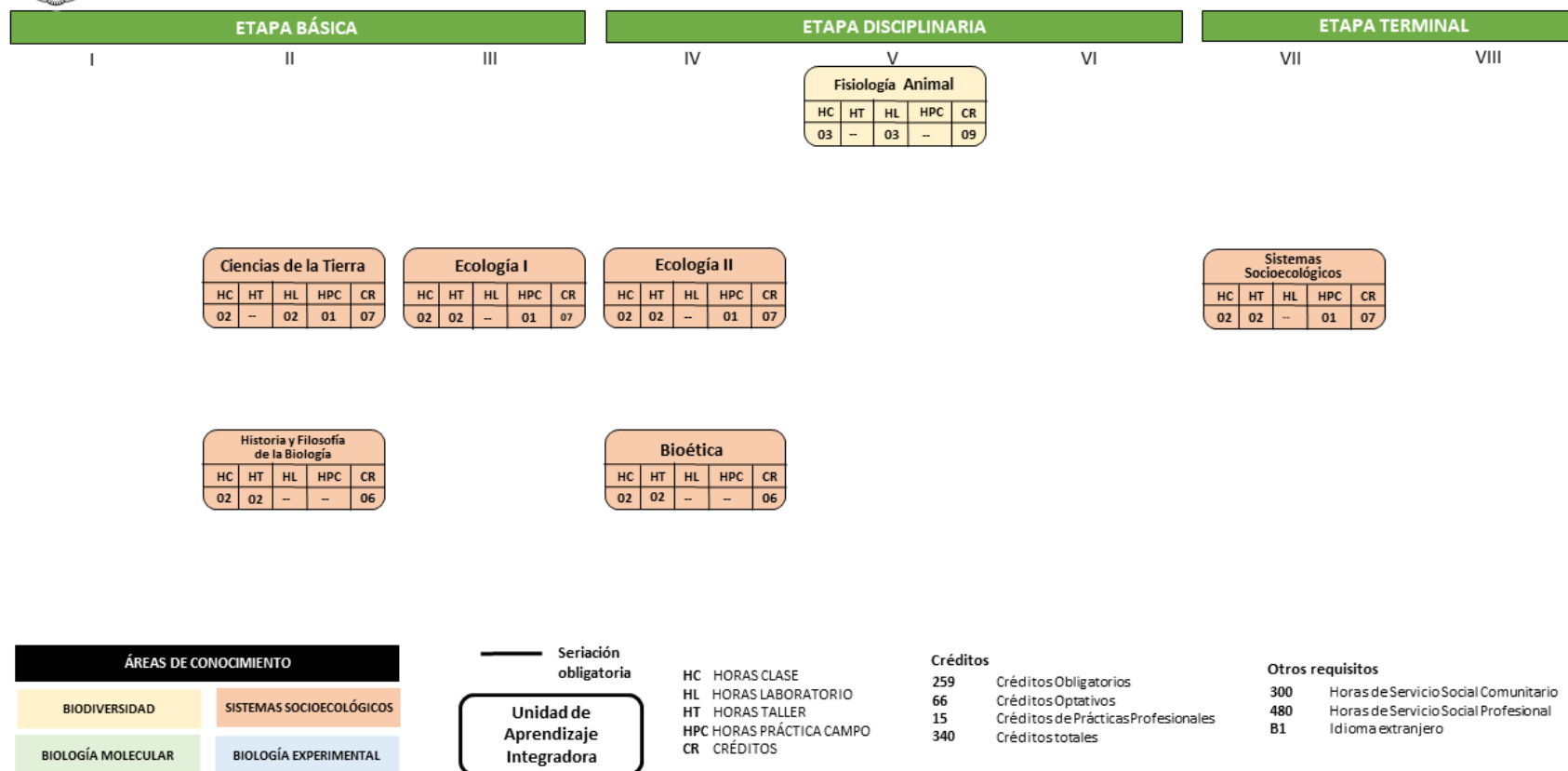
Figura 3. Incorporación transversal de habilidades blandas en el plan de estudios de la Licenciatura en Biología



LICENCIATURA EN BIOLOGÍA PLAN DE ESTUDIOS 2027-1



**FACULTAD DE
CIENCIAS**



Fuente. Elaboración propia

5.5. Propuesta de certificados

Se mantiene la flexibilidad curricular, pero con un ordenamiento de la optatividad a fin de contribuir a las áreas de conocimiento de la profesión, pero sobre todo para desarrollar competencias específicas y emergentes del mercado laboral y del avance de la profesión a través de ciclos formativos cortos y que pueden ser reconocidos a través de certificados que generarán las unidades académicas. Este proceso de formación se conforma por al menos tres asignaturas optativas que promuevan el desarrollo de competencias y que deben ser cursadas y aprobadas por el estudiantado para reconocer su dominio a través de un certificado. El estudiantado puede decidir las asignaturas optativas a cursar de acuerdo a su interés y las ventajas de la flexibilidad curricular. Pero será responsabilidad de las unidades académicas promover estos ciclos, así como de crear nuevos esquemas formativos de acuerdo a las necesidades y demandas de la profesión. En esta entrega de propuesta curricular, se propone un ciclo:

Certificado en Biología Molecular:

- Regulación y Señalización Celular (Disciplinaria)
- Biología Sintética (Terminal)
- Biología de Sistemas (Terminal)

5.6. Bienestar estudiantil

El bienestar estudiantil se asume en el presente plan de estudios como un eje estratégico para favorecer la permanencia, el rendimiento académico y la formación integral del estudiantado. En congruencia con el Modelo Educativo de la Universidad Autónoma de Baja California, se promueve una experiencia formativa equilibrada que atiende dimensiones académicas, socioemocionales y de salud, reconociendo que las condiciones en que se desarrolla el aprendizaje inciden directamente en el logro del perfil de egreso.

En este sentido, el diseño curricular considera de manera explícita el equilibrio de la carga académica a lo largo de la trayectoria escolar, con el propósito de evitar la

sobrecarga y favorecer procesos de aprendizaje significativos. Para ello, la organización del plan de estudios y de las unidades de aprendizaje toma en cuenta tanto las horas frente a docente como las horas de trabajo independiente (extra clase), asegurando que la dedicación semanal del estudiantado sea razonable, distribuida de forma progresiva y acorde con el nivel de complejidad de cada etapa de formación.

De manera operativa, la asignación de créditos y la planeación de las unidades de aprendizaje se fundamentan en una estimación del tiempo total de dedicación del estudiantado, considerando actividades como estudio independiente, desarrollo de proyectos, prácticas de laboratorio y campo, elaboración de evidencias de aprendizaje y participación en actividades colaborativas. Esta distribución permite que el estudiantado disponga de tiempo suficiente para el cumplimiento de sus actividades académicas, así como para su desarrollo personal, descanso y participación en actividades complementarias.

Asimismo, la secuencia de unidades de aprendizaje en cada semestre se ha diseñado procurando una articulación equilibrada entre carga teórica y práctica, evitando concentraciones excesivas de actividades de alta demanda en periodos específicos. En la etapa básica se prioriza la adaptación al ritmo universitario y el desarrollo de hábitos de estudio; en la etapa disciplinaria se incrementa gradualmente la complejidad y la integración de saberes; y en la etapa terminal se favorece la dedicación a experiencias formativas en contextos reales, como prácticas profesionales y proyectos de vinculación, con una carga académica flexible que facilita la transición al ámbito laboral.

De manera complementaria, el programa educativo promueve el bienestar del estudiantado a través de estrategias institucionales como el acompañamiento tutorial, las asesorías académicas, la orientación educativa y psicopedagógica, así como el acceso a servicios de salud, actividades culturales, deportivas y de formación en valores. Estas acciones contribuyen a la atención oportuna de necesidades académicas y personales, fortaleciendo la permanencia y el éxito escolar.

Adicionalmente, se fomenta el desarrollo de habilidades para la gestión del tiempo, la autorregulación del aprendizaje y el equilibrio entre la vida académica y personal, mediante la incorporación de actividades formativas y el acompañamiento docente. El personal docente, en su función de facilitador del aprendizaje, considera la carga global

del estudiantado al diseñar actividades y evidencias, promoviendo una distribución equilibrada del trabajo académico y evitando la saturación de tareas en periodos críticos.

En conjunto, el bienestar estudiantil se integra como un componente transversal del plan de estudios, que no solo busca reducir factores de riesgo asociados al rezago o abandono escolar, sino también generar condiciones favorables para el aprendizaje, el desarrollo integral y la formación de profesionistas

6. Modalidades de aprendizaje y obtención de créditos

El plan de estudios de la Licenciatura en Biología, integra diversas modalidades de aprendizaje orientadas a la obtención de créditos y al desarrollo de competencias del perfil de egreso, las cuales se organizan en función de su papel dentro de la trayectoria formativa del estudiantado.

En primer lugar, se encuentran las modalidades curriculares estructuradas, las cuales corresponden a la ruta formativa definida en el mapa curricular y están constituidas por las unidades de aprendizaje obligatorias, optativas y otros cursos optativos. Estas modalidades aseguran la formación disciplinar, metodológica y profesional del estudiantado, y representan el núcleo académico del programa educativo.

En segundo término, se incorporan las Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos (OMAS), las cuales permiten la obtención de créditos optativos mediante experiencias formativas flexibles. Estas modalidades favorecen la diversificación de la trayectoria académica, la interdisciplinariedad, la vinculación con el entorno y el desarrollo de competencias en contextos reales, fortaleciendo la formación integral del estudiantado.

Finalmente, el plan de estudios contempla un conjunto de modalidades obligatorias y requisitos institucionales de egreso, tales como las prácticas profesionales, el servicio social en sus dos etapas y la acreditación de una lengua extranjera. Estas experiencias constituyen componentes formativos esenciales para la consolidación del perfil profesional, al articular la formación académica con el ejercicio práctico, la responsabilidad social y la proyección en contextos globales.

6.1. Modalidades curriculares (ruta estructurada del plan de estudios)

Las modalidades curriculares constituyen el eje estructural del plan de estudios, al definir la ruta formativa que el estudiantado sigue a lo largo de su trayectoria académica conforme al mapa curricular. Estas modalidades están integradas por las unidades de aprendizaje obligatorias, optativas y otros cursos optativos, las cuales, en conjunto, garantizan el desarrollo progresivo de las competencias del perfil de egreso.

A través de estas modalidades, se articulan los fundamentos teóricos, metodológicos y aplicados del campo disciplinar, permitiendo la construcción de conocimientos y el desarrollo de habilidades en contextos académicos formales. Asimismo, ofrecen un equilibrio entre la formación común requerida y la posibilidad de orientar la trayectoria académica hacia intereses específicos, mediante la selección de espacios optativos. En este sentido, las modalidades curriculares aseguran la coherencia, secuencialidad y pertinencia del proceso formativo, constituyendo la base sobre la cual se integran las experiencias de aprendizaje complementarias y las estrategias de flexibilidad curricular del programa educativo.

6.1.1. Unidades de aprendizaje obligatorias

Las unidades de aprendizaje obligatorias se distribuyen en las tres etapas de formación que integran el plan de estudios de la Licenciatura en Biología y constituyen el núcleo estructural de la formación académica. Su diseño responde de manera directa y explícita a las competencias profesionales y específicas definidas en el perfil de egreso, asegurando la coherencia entre la intención formativa del programa y las experiencias de aprendizaje que el estudiantado desarrolla a lo largo de su trayectoria.

En este sentido, cada unidad de aprendizaje ha sido concebida como un espacio formativo orientado al desarrollo progresivo de dichas competencias, integrando conocimientos, habilidades y actitudes que permiten al estudiantado avanzar de manera articulada desde los fundamentos disciplinares hasta la aplicación en contextos complejos. Esta alineación curricular garantiza que, en su conjunto, las unidades de aprendizaje obligatorias constituyan el principal mecanismo para el logro del perfil de egreso.

Asimismo, estas unidades deben ser cursadas y acreditadas de manera obligatoria por el estudiantado (UABC, 2018a), dado que representan los contenidos y experiencias esenciales para la formación profesional. Para este programa educativo, se integran 36 unidades de aprendizaje obligatorias, mediante las cuales el estudiantado obtiene 275 créditos de los 340 que conforman el nuevo plan de estudios, lo que evidencia su carácter central en el cumplimiento de la formación académica y profesional establecida.

6.1.2. Unidades de aprendizaje optativas

Las unidades de aprendizaje optativas han sido diseñadas en correspondencia con las competencias profesionales y específicas del perfil de egreso, permitiendo al estudiantado complementar, profundizar y orientar su formación hacia áreas de interés particular dentro del campo de la Biología. En este sentido, estas unidades constituyen espacios curriculares estratégicos que favorecen la especialización, la integración de saberes y la construcción de trayectorias académicas pertinentes.

Asimismo, estas unidades se caracterizan por su flexibilidad, al adaptarse al proyecto académico del estudiantado con el acompañamiento de la tutoría, ofreciendo experiencias de aprendizaje que fortalecen su desempeño profesional en contextos diversos (UABC, 2018b). A través de ellas, el estudiantado puede articular conocimientos disciplinares con intereses específicos, contribuyendo al desarrollo integral de las competencias establecidas en el perfil de egreso.

En esta propuesta curricular se integran diez espacios optativos en el mapa curricular, distribuidos en las etapas disciplinaria y terminal, lo que permite una progresión formativa coherente y alineada con los distintos niveles de complejidad del proceso de aprendizaje. Estos espacios optativos permiten curricularmente la obtención de los 66 créditos optativos que debe cumplir de acuerdo al plan de estudio, mismo que también podrán ser acreditados con las OMAS descritas en este apartado.

6.1.3. Otros cursos optativos

Los otros cursos optativos constituyen una modalidad curricular orientada a la incorporación de contenidos emergentes, innovaciones disciplinares y temas de relevancia contextual que complementan la formación del estudiantado (UABC, 2018). Estos cursos permiten mantener actualizado el plan de estudios frente a los avances científicos, tecnológicos y sociales, así como responder de manera oportuna a las demandas del entorno y del mercado laboral.

En este sentido, los otros cursos optativos amplían las posibilidades de formación al ofrecer experiencias de aprendizaje adicionales que fortalecen las competencias del perfil de egreso, particularmente en áreas de especialización, formación integral o contextualización disciplinar. Su diseño e incorporación se orienta a enriquecer la

trayectoria académica del estudiantado, favoreciendo la pertinencia y actualidad del programa educativo.

Estos cursos podrán integrarse al plan de estudios conforme a los mecanismos institucionales vigentes de evaluación y aprobación académica, asegurando su calidad, pertinencia y viabilidad. Asimismo, se adscribirán a una etapa de formación específica y sus créditos serán considerados como parte de los créditos optativos correspondientes, manteniendo la coherencia curricular del programa educativo. Estos cursos optativos se deberán registrar ante el Departamento de Apoyo a la Docencia y la Investigación del campus

6.2. Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos (OMAS)

Las Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos (OMAS) constituyen un conjunto de experiencias formativas flexibles que complementan la ruta curricular estructurada, permitiendo al estudiantado diversificar su trayectoria académica mediante la obtención de créditos optativos en contextos distintos al aula tradicional. Estas modalidades se orientan al desarrollo de competencias del perfil de egreso a través de actividades académicas, de investigación, de vinculación y de formación integral.

Las OMAS favorecen la interdisciplinariedad, la autonomía en el aprendizaje y la vinculación con el entorno social y profesional, al posibilitar la participación del estudiantado en proyectos, actividades institucionales y experiencias en escenarios reales. Su implementación responde a los principios de flexibilidad curricular establecidos en el modelo educativo institucional, ofreciendo alternativas formativas que atienden intereses específicos, ritmos de aprendizaje y necesidades del contexto; fortalecen la formación integral del estudiantado, al complementar la formación disciplinar con experiencias que promueven el pensamiento crítico, la responsabilidad social, la innovación y la empleabilidad.

La operación de estas modalidades se rige por los *Criterios para la operación de diversas modalidades de aprendizaje con obtención de créditos*, emitidos por la Coordinación General de Vinculación y Cooperación Académica (CGVCA), los cuales establecen los lineamientos, mecanismos, procedimientos, temporalidades y condiciones académicas para su registro, desarrollo, seguimiento, evaluación y acreditación. En este

sentido, la mayoría¹ de las OMAS deberán registrarse formalmente en el Sistema de Modalidades de Aprendizaje (SIMA), cumpliendo con los requisitos, formatos y procedimientos institucionales establecidos, siendo este registro una condición indispensable para su reconocimiento académico. Asimismo, la operación de estas modalidades es apoyada a nivel campus por el Departamento de Apoyo a la Extensión de la Cultura y la Vinculación (DAECV), instancia responsable de brindar acompañamiento en los procesos de registro, validación, seguimiento y evaluación, en coordinación con las unidades académicas y las instancias institucionales correspondientes.

6.2.1. Estudios independientes

Su propósito es fortalecer la capacidad del estudiantado para estudiar, analizar y aplicar de manera autónoma los fundamentos teóricos y prácticos de un área específica del conocimiento relacionada con su disciplina, mediante la elaboración y ejecución de un plan de trabajo supervisado que contribuya al desarrollo de competencias propias de su perfil profesional.

Es una alternativa de realizar estudios de interés disciplinario no sujeto a la asistencia a clases ni a un programa oficial de unidad de aprendizaje. En esta modalidad, el estudiantado se responsabiliza de manera personal de realizar las actividades descritas en un plan de trabajo que elabora bajo la supervisión y visto bueno de una o un docente titular que fungirá como asesora o asesor. El plan de trabajo debe ser coherente y contribuir a alguna de las competencias específicas del plan de estudios en una temática en particular; las actividades contenidas en el plan de trabajo deben contribuir al logro de competencias y los conocimientos teórico-prácticos de la temática especificada.

El estudiantado podrá cursar un Estudio Independiente por periodo escolar, hasta dos a lo largo de su programa educativo. Cada Estudio Independiente tendrá un valor máximo de 6 créditos. En caso de que la o el estudiante no acredite el Estudio Independiente, deberá inscribirse nuevamente en el mismo estudio, registrándose como

¹ Se excluyen la Movilidad e intercambio estudiantil, las Actividades artísticas, culturales y deportivas y los Cursos intersemestrales.

parte de su carga académica.

6.2.2. Ayudantía docente

El propósito es fortalecer en el estudiantado el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas teórico-metodológicas relacionadas con la labor docente, mediante la participación en actividades de apoyo académico que contribuyan al logro de las competencias profesionales del perfil de egreso y a las competencias específicas de su plan de estudios.

La Ayudantía Docente es una modalidad de aprendizaje que permite al estudiantado participar en actividades de apoyo académico dentro de una unidad de aprendizaje que ya hayan cursado y en la cual hayan demostrado un desempeño satisfactorio, con una calificación mínima de 80. Esta modalidad brinda a cada estudiante la oportunidad de desarrollar habilidades vinculadas al quehacer docente mediante acciones supervisadas, tales como brindar asesorías al grupo, apoyar en la organización y distribución de materiales, colaborar en actividades de clase y acompañar procesos académicos definidos por la o el docente titular. Las actividades asignadas no sustituyen las funciones del personal docente, sino que constituyen un medio formativo para que la o el estudiante fortalezca su aprendizaje, desarrolle competencias profesionales y adquiera experiencia en ambientes educativos de manera responsable y guiada.

El estudiantado podrá cursar una Ayudantía Docente por periodo escolar, hasta dos a lo largo de su programa educativo. Cada ayudantía tendrá un valor máximo de 6 créditos cuando la unidad de aprendizaje exceda esta cantidad.

6.2.3. Ayudantía de investigación

Su propósito es fortalecer en el estudiantado el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas teórico-metodológicas propias del quehacer científico, mediante su participación en actividades de investigación que promuevan el análisis crítico de información, el manejo riguroso de fuentes bibliográficas y la organización autónoma del trabajo académico. Esta modalidad contribuye directamente al perfil de egreso y al logro de las competencias profesionales y específicas definidas en el plan de estudios.

La Ayudantía de Investigación es una modalidad de aprendizaje orientada a

proporcionar experiencias formativas en el ámbito de la investigación científica. A través de su participación en proyectos de investigación registrados y dirigidos por personal académico de la Universidad (o por investigadores de otras instituciones con las que exista colaboración formal), el estudiantado se integra a procesos de análisis, diseño, ejecución o sistematización propios del trabajo científico.

Esta modalidad permite que las y los estudiantes desarrollen competencias investigativas fundamentales, fortalezcan su pensamiento crítico y amplíen su comprensión de los métodos y prácticas que sustentan la generación de conocimiento científico disciplinario y multidisciplinario.

La Ayudantía de Investigación tendrá un valor máximo de 6 créditos, conforme a lo establecido en el plan de estudios del programa educativo. El estudiantado podrá cursar una ayudantía por periodo escolar y acumular hasta dos ayudantías de este tipo en su trayectoria académica.

6.2.4. Ejercicio investigativo

El propósito es favorecer en el estudiantado el desarrollo de experiencias formativas que impulsen la iniciativa, la creatividad y el pensamiento crítico mediante la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes disciplinares en el campo de la investigación a través del aprendizaje autogestivo. Esta modalidad contribuye directamente al perfil de egreso y al fortalecimiento de las competencias profesionales y específicas establecidas en el plan de estudios.

El Ejercicio Investigativo es una modalidad de aprendizaje orientada a promover la creatividad, la capacidad analítica y el interés por la investigación científica a través de la elaboración de una propuesta formal de investigación. En este ejercicio, el estudiantado integra los fundamentos teóricos, metodológicos y técnicos propios de su área de formación para diseñar un proyecto que responda a una problemática pertinente de su interés; se desarrolla bajo la orientación de una o un docente-investigador, quien supervisa y valida el cumplimiento de los objetivos académicos y metodológicos establecidos.

El Ejercicio Investigativo tendrá un valor de hasta 6 créditos, de acuerdo con la carga de trabajo académico establecida en el plan de estudios y los productos requeridos.

El estudiantado podrá cursar un ejercicio investigativo por periodo escolar y un máximo de dos a lo largo de su programa educativo. En caso de no acreditar la modalidad, deberá reinscribirse al mismo Ejercicio Investigativo.

6.2.5. Ayudantía de laboratorio

El propósito es fortalecer en el estudiantado el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas técnico-metodológicas propias del trabajo experimental, mediante su participación en actividades de apoyo en espacios de laboratorio que contribuyan al logro de las competencias profesionales del perfil de egreso y de las competencias específicas del plan de estudios.

La Ayudantía de Laboratorio es una modalidad de aprendizaje que permite al estudiantado participar en actividades de apoyo académico en unidades de aprendizaje que presentan un predominio de horas laboratorio respecto a las horas clase, y que previamente hayan cursado y acreditado con un desempeño satisfactorio, con una calificación mínima de 80. Esta modalidad brinda al estudiantado la oportunidad de desarrollar habilidades vinculadas al trabajo experimental y técnico mediante acciones supervisadas, tales como la preparación de materiales y equipos, apoyo en la organización de prácticas, acompañamiento en la ejecución de actividades experimentales, seguimiento de protocolos, y apoyo en el manejo adecuado de insumos, instrumentos y normas de seguridad en laboratorio. Las actividades asignadas no sustituyen las funciones del personal docente, sino que constituyen un medio formativo para que el estudiantado fortalezca su aprendizaje, desarrolle competencias técnicas y metodológicas, y adquiera experiencia en ambientes de laboratorio de manera responsable, segura y guiada.

La Ayudantía de Laboratorio tendrá un valor máximo de hasta 6 créditos, conforme a lo establecido en la normatividad institucional vigente. El estudiantado podrá cursar esta modalidad conforme a las disposiciones institucionales, considerando que:

- Se podrá registrar una ayudantía por cada unidad de aprendizaje con predominio de horas laboratorio.
- Se permitirá la participación de una o un estudiante por grupo atendido en la unidad de aprendizaje correspondiente.

- Durante su trayectoria académica, el estudiantado podrá cursar hasta dos ayudantías, ya sea en modalidad docente, de laboratorio o una combinación de ambas, de acuerdo con la normatividad vigente.

6.2.6. Apoyo a actividades de extensión y vinculación

El propósito es promover en el estudiantado experiencias formativas que fortalezcan el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas teórico-metodológicas en los ámbitos de la extensión y la vinculación universitaria. Esta modalidad busca contribuir al perfil de egreso mediante la participación en actividades orientadas a la atención de la comunidad, la comunicación oral y escrita, el trabajo colaborativo en equipos multidisciplinarios, la organización y planeación de eventos, así como otras acciones que favorezcan su integración al entorno social y profesional.

La modalidad Apoyo a Actividades de Extensión y Vinculación comprende la participación del estudiantado en acciones institucionales dirigidas a acercar el conocimiento científico, tecnológico, humanístico y cultural a los sectores social y productivo. Dichas acciones pueden involucrar actividades diversas relacionadas con la identificación de necesidades, la elaboración de propuestas, la asistencia en programas o proyectos de extensión, la interacción con comunidades y la promoción de la relación Universidad–sociedad. Estas actividades se desarrollan bajo la supervisión de una o un docente responsable y pueden estar integradas a un programa formal de vinculación, asegurando su pertinencia académica y su contribución al desarrollo de competencias profesionales.

La modalidad de Apoyo a Actividades de Extensión y Vinculación tendrá un valor de hasta 6 créditos, de acuerdo con la carga académica y los productos establecidos en el plan de trabajo. El estudiantado podrá cursar una modalidad de extensión y vinculación por periodo escolar y un máximo de dos a lo largo de su trayectoria académica, salvo disposición distinta del plan de estudios. En caso de no acreditar la modalidad, la o el estudiante deberá reinscribirse en el mismo proyecto registrado durante el periodo inmediato siguiente.

6.2.7. Proyectos de vinculación con valor en créditos (PVVC)

Los Proyectos de Vinculación con Valor en Créditos (PVVC) constituyen una modalidad de aprendizaje orientada a la aplicación, integración y generación de conocimientos en contextos reales, mediante la atención de problemáticas específicas del sector social, productivo o gubernamental. Su propósito es fortalecer el desarrollo de competencias del perfil de egreso a través de la participación del estudiantado en procesos de intervención, investigación aplicada, asistencia técnica o extensión de servicios, en estrecha vinculación con actores externos (UABC, 2018a).

Esta modalidad se caracteriza por su naturaleza integradora, ya que permite articular, de manera simultánea, diversas modalidades de aprendizaje asociadas al currículo, favoreciendo la consolidación de saberes teóricos, metodológicos y prácticos en escenarios auténticos. En este sentido, los PVVC se desarrollan preferentemente en la etapa terminal del plan de estudios, cuando el estudiantado cuenta con los fundamentos disciplinares necesarios para enfrentar situaciones complejas de su campo profesional.

Los proyectos se implementan en colaboración con unidades receptoras pertenecientes a los sectores social y productivo, constituyéndose como espacios formativos donde el estudiantado participa en la solución de problemas reales o en la mejora de procesos, bajo la asesoría, supervisión y evaluación conjunta de un profesor o profesora de tiempo completo o medio tiempo de la unidad académica, así como de un profesionista designado por la instancia receptora (UABC, 2018b).

La operación de los PVVC se regirá por un conjunto de criterios y mecanismos institucionales que aseguran su pertinencia, calidad y viabilidad. Para efectos de organización y seguimiento, los PVVC se clasifican en tres niveles, definidos en función del número de créditos, horas de dedicación y grado de integración curricular. Esta clasificación permite diferenciar el nivel de complejidad y profundidad de la experiencia formativa, favoreciendo una progresión en el desarrollo de competencias del estudiantado. A continuación, se presentan ejemplos² de PVVC para el programa educativo Licenciatura en Biología.

² Estos ejemplos de PVVC atiende a las nuevas características del plan de estudios y puede formalizarse cuando el nuevo plan de estudios entre en operación.

Ejemplo PVVC Nivel 1

Nombre del Proyecto: Proyecto de monitoreo de colibríes asociados a bebederos artificiales.

Descripción: El Jardín de Colibríes de la Casa Azteca mantiene desde hace más de siete años bebederos utilizados por colibríes residentes y migratorios, así como por otras especies asociadas. El objetivo del proyecto es documentar y evaluar la conducta, diversidad y abundancia de colibríes asociados a bebederos artificiales, mediante el desarrollo de actividades de manejo, observación y registros. El presente proyecto es una oportunidad que permitirá a las y los estudiantes poner en práctica sus conocimientos de biología, así como continuar desarrollando sus habilidades tanto de campo como de gabinete. Este proyecto es una oportunidad para el desarrollo profesional de los futuros biólogos, así como la generación de información dentro del campo de la ecología urbana. Como actividad crucial y éticamente responsable para asegurar el bienestar de las aves y la continuidad del sitio, se realizará el manejo e higiene sistemática de los bebederos, incluyendo la preparación adecuada del alimento, su reemplazo periódico y la limpieza constante de los recipientes para reducir riesgos sanitarios.

Competencia General del Proyecto: Analizar la diversidad, abundancia y comportamiento de colibríes asociados a bebederos artificiales mediante observación sistemática, manejo responsable y registro de datos en campo y gabinete, con el propósito de generar información sobre ecología urbana y fortalecer habilidades profesionales en monitoreo de fauna, actuando con responsabilidad y ética hacia el bienestar de las aves.

Duración: 16 semanas

Tabla 15.

Ejemplo del PVVC Proyecto de monitoreo de colibríes asociados a bebederos artificiales.

Modalidades de Aprendizaje:	Créditos	Carácter
Unidad de Aprendizaje: Manejo de Vida Silvestre en Sistemas Socioecológicos	6	Optativo
Unidad de Aprendizaje: Biología de la Conservación	6	Optativo
PVVC: Proyecto de monitoreo de colibríes asociados a bebederos artificiales	2	Optativo
Total:	14	

Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo PVVC Nivel 2

Nombre del Proyecto: Proyecto en inmunología de plantas.

Descripción: Se llevarán a cabo técnicas de laboratorio de Microbiología, Microscopía, y de Biología Celular y Molecular, aplicadas al estudio de los mecanismos de defensa en plantas

Competencia General del Proyecto: Comprender los mecanismos de defensa de las plantas ante posibles patógenos mediante la revisión de bibliografía y experimentación para desarrollar estrategias para su estudio de manera profesional y proactiva.

Duración: 16 semanas

Tabla 16.

Ejemplo del PVVC Proyecto en inmunología de plantas.

Modalidades de Aprendizaje:	Créditos	Carácter
Unidad de Aprendizaje: Introductory Cell and Molecular Immunology	10	Optativo
Unidad de Aprendizaje: Biología Sintética	8	Optativo
PVVC: Proyecto en inmunología de plantas.	2	Optativo
Total:	20	

Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo PVVC Nivel 3

Nombre del Proyecto: Variabilidad de la flora xerófila en función de cambios climáticos.

Descripción: Realizar estudios biogeográficos para entender cómo la distribución de la flora xerófila es afectada por los eventos asociados al ENSO 2026-2027.

Competencia General del Proyecto: Relacionar la distribución biogeográfica de la flora xerófila mediante muestreos en la península de Baja California para entender cómo los eventos asociados al ENSO 2026-2027 impactan su distribución, con profesionalismo, ética y compromiso con el medio ambiente.

Duración: 16 semanas

Tabla 17.

Ejemplo del PVVC Variabilidad de la flora xerófila en función de cambios climáticos.

Modalidades de Aprendizaje:	Créditos	Carácter
Unidad de Aprendizaje: Geobotánica	7	Optativo
Unidad de Aprendizaje: Botánica Económica	7	Optativo
Práctica Profesional	10	Obligatorio
PVVC: Variabilidad de la flora xerófila en función de cambios climáticos	2	Optativo
Total:	26	

Fuente: Elaboración propia.

6.2.8. Programa de emprendedores universitarios

El propósito es fortalecer en el estudiantado las habilidades de emprendimiento y liderazgo para crear y establecer una empresa. Con esta modalidad se busca apoyar a aquellas y aquellos estudiantes que manifiesten inquietudes con proyectos innovadores por medio de un análisis del perfil emprendedor, la formulación de un plan de negocios, orientación para apoyo financiero y su validación académica, entre otros. El producto es la creación de una empresa que cumpla con tres criterios: (1) demostrar la viabilidad del negocio mediante el Business Canvas Model e incluir el Plan de Negocios elaborado con metodología de la Incubadora Cimarrones Emprendedores UABC; (2) realizarse con la participación de hasta 4 estudiantes adicionales que fungirán como socios, con proporción no menor a 20% cada uno y; (3) establecer la empresa mediante el acta constitutiva certificada por notario público y registro ante SAT.

La modalidad de Actividades para Emprendimiento podrá otorgar hasta seis créditos, de acuerdo con lo establecido en el plan de estudios y en la normatividad vigente. Dado que el proceso de creación y constitución formal de una empresa puede extenderse por más de un semestre, se recomienda que el proyecto sea registrado en SIMA únicamente cuando exista la certeza de que se completará el proceso, o bien cuando la empresa ya se encuentre establecida. Esto con el fin de evitar retrasos en la acreditación o la reprobación de la modalidad.

La acreditación estará sujeta a la entrega y validación de todos los productos requeridos, incluyendo el Business Model Canvas, el Plan de Negocios, la constitución legal de la empresa y el registro fiscal correspondiente, así como el cumplimiento de las actividades académicas y asesorías establecidas.

6.2.9. Unidades de aprendizaje por asesoría académica

El propósito es brindar al estudiantado una alternativa formativa que garantice la continuidad de su trayectoria académica mediante el acompañamiento docente en el desarrollo de unidades de aprendizaje obligatorias u optativas que, por condiciones de oferta académica, no se encuentren disponibles en el periodo correspondiente, contribuyendo al logro oportuno de las competencias del perfil de egreso.

Las Unidades de Aprendizaje por Asesoría Académica constituyen una modalidad

de aprendizaje orientada a atender situaciones excepcionales en las que el estudiantado requiere cursar una unidad de aprendizaje obligatoria u optativa del plan de estudios que ha sido previamente autorizada por la unidad académica y que no se encuentra ofertada en el semestre en que se solicita.

Esta modalidad se desarrolla bajo un esquema de acompañamiento académico personalizado, en el cual el personal docente responsable orienta, supervisa y evalúa el proceso de aprendizaje del estudiantado, asegurando el cumplimiento de los contenidos, objetivos y competencias establecidos en el programa de la unidad de aprendizaje correspondiente. Su implementación permite garantizar la continuidad académica, evitar rezagos en la trayectoria escolar y favorecer el avance oportuno hacia el egreso, manteniendo la calidad y rigor académico del proceso formativo.

Las unidades de aprendizaje cursadas bajo esta modalidad conservarán el valor en créditos establecido en el plan de estudios para cada unidad de aprendizaje correspondiente, ya sea obligatoria u optativa; cada estudiante podrá darse de alta en un máximo de dos unidades de aprendizaje por asesoría académica por semestre. Esta modalidad deberá solicitarse mediante oficio utilizando el formato vigente, con la información capturada por el personal docente responsable (nunca por el estudiantado), dirigido al Departamento de Apoyo a la Extensión de la Cultura y la Vinculación (DAECV) del campus correspondiente.

6.2.10. Actividades para la formación en valores

El propósito es fortalecer en el estudiantado la reflexión ética y axiológica mediante la participación en actividades que promuevan la vivencia y práctica de los valores universales y de la comunidad universitaria, contribuyendo así a su formación integral como personas, ciudadanos y profesionistas con responsabilidad social y sentido ético.

Esta modalidad busca propiciar espacios de aprendizaje y convivencia en los que las y los estudiantes reflexionen sobre los valores éticos y universales que orientan la conducta humana y la vida social. A través de experiencias formativas, de servicio, diálogo y trabajo colaborativo, se fomenta la práctica de los valores fundamentales de la Universidad Autónoma de Baja California (confianza, democracia, honestidad, humildad, justicia, lealtad, libertad, perseverancia, respeto, responsabilidad y solidaridad),

promoviendo así el desarrollo de una conciencia ética que fortalezca su compromiso ciudadano y profesional.

La modalidad de Actividades para la Formación en Valores otorga un valor de 6 créditos, los cuales podrán acreditarse exclusivamente durante la etapa básica del programa educativo. El otorgamiento de estos créditos no se rige por el esquema tradicional de “ocho actividades por un crédito”, debido a que esta modalidad corresponde a un proceso formativo integral, orientado a la reflexión ética, la vivencia de valores y la participación en experiencias comunitarias y colaborativas.

Los 6 créditos se acreditarán una vez que la o el estudiante: (1) participe en las actividades programadas por la unidad académica; (2) cumpla con la asistencia y los productos formativos o evidencias establecidas; y (3) · Sea evaluado conforme a los criterios definidos para la modalidad.

Para el programa educativo Licenciatura en Biología se implementan las siguientes actividades relacionadas a la promoción y formación de valores:

1. La Hora Universitaria: Un Espacio de Reflexión. Este encuentro se lleva a cabo puntualmente todos los jueves en dos horarios, 10:00 y 16:00 horas, permitiendo que tanto el turno matutino como el vespertino se integren a las dinámicas. Durante estas sesiones, el estudiantado se sumerge en el intercambio de ideas a través de:
 - i) Clubes de Lectura. Donde se fomenta el pensamiento crítico y la apreciación literaria.
 - ii) Talleres de Filosofía. Espacios de diálogo que invitan a cuestionar y comprender el entorno desde una perspectiva ética y humanista.
2. Responsabilidad Social y Solidaridad. Más allá del aula, la formación de valores se traduce en acciones concretas. A lo largo de cada semestre, la Facultad organiza y coordina diversas campañas de apoyo dirigidas a grupos vulnerables.

Estas actividades permiten que las y los futuros científicos desarrollen una profunda empatía y responsabilidad social, vinculando sus conocimientos y energía con las necesidades más apremiantes de la comunidad. De esta manera, la Facultad de Ciencias no solo forma profesionales de excelencia, sino también ciudadanas y ciudadanos conscientes y comprometidos con el bienestar común.

6.2.11. Movilidad e intercambio estudiantil

El propósito es fortalecer la formación integral del estudiantado mediante su participación en experiencias académicas en otras instituciones de educación superior, nacionales o extranjeras, que contribuyan al desarrollo de competencias profesionales, interculturales y de adaptación a contextos diversos, en correspondencia con el perfil de egreso del programa educativo.

La movilidad e intercambio estudiantil es una modalidad de aprendizaje que permite al estudiantado cursar unidades de aprendizaje, realizar prácticas profesionales u otras actividades académicas en instituciones de educación superior distintas a su unidad académica de origen, ya sea en el ámbito intrainstitucional (entre programas, unidades académicas o dependencias de la UABC) o interinstitucional (en instituciones nacionales o extranjeras).

Esta modalidad incluye tanto esquemas de movilidad como de intercambio estudiantil, entendiéndose este último como una forma de movilidad que implica, de manera esencial, una acción recíproca entre instituciones. A través de estas experiencias, el estudiantado tiene la oportunidad de integrarse a contextos académicos, culturales y profesionales distintos, favoreciendo la adquisición de nuevas competencias, el fortalecimiento de la autonomía, la capacidad de adaptación y la maduración personal y académica (UABC, 2018b).

La movilidad intrauniversitaria permite al estudiantado cursar unidades de aprendizaje en otras unidades académicas de la propia Universidad, así como participar en proyectos académicos o de investigación, aprovechando los recursos institucionales disponibles. Por su parte, la movilidad interuniversitaria se desarrolla mediante convenios de colaboración establecidos con instituciones de educación superior nacionales e internacionales, lo que posibilita el reconocimiento académico de las actividades realizadas a través de equivalencias, conversión o transferencia de créditos.

La operación de esta modalidad se sustenta en los mecanismos institucionales de vinculación y cooperación académica, a través de los cuales se promueven convocatorias, programas de intercambio y esquemas de acompañamiento al estudiantado. En este sentido, las unidades académicas fomentan activamente la participación en programas de movilidad, estableciendo estrategias que favorezcan el

acceso, permanencia y aprovechamiento de estas experiencias formativas.

Las actividades realizadas en el marco de la movilidad e intercambio estudiantil podrán ser acreditadas mediante equivalencias, conversión o transferencia de créditos, conforme a la normatividad institucional vigente y a los dictámenes académicos correspondientes.

El número de créditos a otorgar dependerá de las unidades de aprendizaje cursadas, las actividades realizadas y su correspondencia con el plan de estudios del programa educativo. La acreditación estará sujeta a la validación por parte de la unidad académica, asegurando la pertinencia, equivalencia y calidad académica de las experiencias formativas desarrolladas. En las tablas 18 y 19 se muestran algunas universidades con las que la UABC mantiene convenio y donde se puede promover la movilidad del estudiantado de la Licenciatura en Biología.

Tabla 18.

Universidades de países extranjeros con las que se establecen convenios para movilidad.

País	Institución
Alemania	Universidad de Passau
Argentina	Universidad Nacional de Litoral
Argentina	Universidad Nacional del Sur
Austria	University of Innsbruck
Austria	Johannes Kepler University Linz
Canadá	The University of Alberta
Chile	Universidad de Valparaíso
Colombia	Pontificia Universidad Javeriana
Colombia	Universidad Nacional de Colombia
Colombia	Universidad de Antioquia
Costa Rica	Universidad de Costa Rica
España	Universidad de La Coruña
España	Universidad Rey Juan Carlos
España	Universidad Politécnica de Valencia
España	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
España	Universidad de Salamanca
España	Universidad de Vigo
España	Universidad de Granada
España	Universidad Complutense de Madrid
Estados Unidos	San Diego State University
Estados Unidos	University of California San Diego (UCSD)
Francia	Université Claude Bernard Lyon 1
Francia	Université de Perpignan
Italia	Università Degli Studi di Perugia
Perú	Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la Coordinación General de Vinculación y Cooperación Académica de la UABC.

Tabla 19.

Universidades de México con las que se establecen convenios para movilidad

Estado	Institución
Ciudad de México	Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México	Universidad Nacional Autónoma de México
Jalisco	Universidad de Guadalajara
Puebla	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Querétaro	Universidad Autónoma de Querétaro
Yucatán	Universidad Autónoma de Yucatán

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la Coordinación General de Vinculación y Cooperación Académica de la UABC.

6.2.12. Actividades artísticas, culturales y deportivas

El propósito es brindar al estudiantado experiencias formativas que fortalezcan su desarrollo integral mediante la participación en actividades artísticas, culturales y deportivas. Esta modalidad busca fomentar la creatividad, la apreciación estética, la expresión artística, la identidad cultural, el trabajo colaborativo y la formación de hábitos de vida saludable, contribuyendo al desarrollo de competencias personales y profesionales acordes al perfil de egreso.

Las Actividades Artísticas, Culturales y Deportivas constituyen una modalidad formativa orientada a promover la participación del estudiantado en acciones relacionadas con el arte, la cultura y el deporte. Estas actividades incluyen talleres, grupos artísticos, programas de promoción cultural, prácticas deportivas y otros espacios que fortalecen las capacidades creativas, expresivas y físicas de quienes participan. El estudiantado puede cursar esta modalidad en su unidad académica de adscripción o en otras unidades académicas de la UABC, de acuerdo con la oferta institucional y la programación de actividades curriculares establecidas.

La obtención de créditos dependerá del tipo de actividad cursada.

a. Actividades Complementarias de Formación Integral (I, II y III):

- Se otorga 1 crédito por cada ocho actividades complementarias registradas en el carnet correspondiente.
- Se pueden obtener hasta 2 créditos por periodo escolar mediante esta vía.

b. Actividad Deportiva I y II / Actividad Cultural I y II:

- Se podrá obtener crédito siempre y cuando:
- La participación sea individual.
- La actividad no haya sido acreditada previamente por otra modalidad.
- Exista aprobación del comité de la unidad académica.
- La actividad esté debidamente registrada y avalada por la UABC.

c. Cursos acreditables de la Facultad de Artes y la Facultad de Deportes:

- El estudiantado puede cursar actividades ofertadas por estas facultades para la obtención de créditos, conforme a la normatividad vigente.

6.2.13. Cursos intersemestrales

Su objetivo es ofrecer al estudiantado la oportunidad de cursar unidades de aprendizaje obligatorias u optativas en un periodo intersemestral, con el propósito de favorecer el avance en su trayectoria académica y la regularización de su plan de estudios, conforme a la normatividad universitaria vigente.

Esta modalidad de aprendizaje se desarrolla en periodos intersemestrales y permite al estudiantado cursar unidades de aprendizaje con una carga intensiva y concentrada; está orientada a facilitar la continuidad académica, el aprovechamiento del tiempo entre ciclos escolares y la optimización del avance curricular. Por sus características, los cursos intersemestrales se imparten con un máximo de cinco horas presenciales por día, incluyendo actividades de clase, laboratorio o taller; no aplican para unidades de aprendizaje que contemplen prácticas de campo, y se ofertan bajo un esquema autofinanciable, conforme a lo establecido en el Estatuto Escolar de la UABC.

El estudiantado interesado deberá cumplir con los requisitos académicos y administrativos determinados por la unidad académica correspondiente, pudiendo cursar hasta dos unidades de aprendizaje por periodo intersemestral, de acuerdo con las disposiciones institucionales; y obtendrá el número de créditos correspondiente a cada unidad de aprendizaje inscrita, conforme al plan de estudios de su programa educativo.

La acreditación de los créditos se otorgará una vez que el o la estudiante cumpla con los criterios de evaluación establecidos por la o el docente y apruebe el curso intersemestral. Los cursos intersemestrales no modifican el valor crediticio de las unidades de aprendizaje, dado que se rigen por los mismos programas, cargas horarias y criterios académicos establecidos para los periodos semestrales ordinarios.

6.3. Modalidades obligatorias y requisitos institucionales de egreso

El plan de estudios incorpora, además de las modalidades curriculares y flexibles, un conjunto de modalidades obligatorias y requisitos institucionales de egreso que constituyen componentes esenciales para la formación profesional del estudiantado. Estos incluyen las prácticas profesionales, el servicio social en sus etapas comunitaria y profesional, la acreditación de una lengua extranjera y mecanismos de titulación.

Estas modalidades tienen como propósito articular la formación académica con la

experiencia en contextos reales, fortalecer la responsabilidad social universitaria y favorecer el desarrollo de competencias profesionales en escenarios laborales y globales. A través de su cumplimiento, el estudiantado consolida aprendizajes adquiridos a lo largo de su trayectoria, aplica conocimientos en situaciones auténticas y desarrolla habilidades clave para su inserción en el campo profesional.

En conjunto, estas modalidades aseguran que las personas egresadas cuenten con una formación integral, pertinente y alineada con las demandas del entorno, contribuyendo a su desempeño eficaz y ético en el ámbito socioambiental.

6.3.1. Servicio social comunitario y profesional

La Universidad Autónoma de Baja California, con fundamento en su Reglamento de Servicio Social vigente, establece como requisito para el estudiantado de licenciatura la realización del servicio social en dos etapas: comunitaria y profesional. Estas etapas tienen como propósito contribuir a la formación integral del estudiantado mediante la aplicación de conocimientos en beneficio de la sociedad, particularmente de los sectores en condición de vulnerabilidad.

La primera etapa, denominada servicio social comunitario, comprende un mínimo de 300 horas y está orientada al fortalecimiento de la formación valoral y el compromiso social del estudiantado. De acuerdo con el reglamento, esta etapa puede iniciarse desde el ingreso a la universidad. Asimismo, se establece que, al alcanzar el 40% de los créditos del plan de estudios sin haber acreditado esta etapa, la carga académica se verá limitada conforme a la normatividad institucional.

La segunda etapa, denominada servicio social profesional, comprende un mínimo de 480 horas, con una duración no menor a seis meses, y está orientada a la aplicación de conocimientos, habilidades y competencias propias del perfil profesional. Esta etapa podrá iniciarse una vez que el estudiantado haya acreditado el servicio social comunitario y cubierto al menos el 60% de los créditos del plan de estudios, en concordancia con lo establecido en el reglamento vigente.

La operación del servicio social en ambas etapas será responsabilidad de la unidad académica, la cual se encargará de la planeación, asignación, supervisión, evaluación y acreditación de las actividades realizadas, en coordinación con las

unidades receptoras de los sectores público, social y productivo. Para su realización, el estudiantado deberá cumplir con los requisitos institucionales, incluyendo la acreditación del taller de inducción, la asignación formal a un programa registrado y la entrega de informes de actividades debidamente validados.

6.3.2. Prácticas profesionales

Las prácticas profesionales constituyen una estrategia formativa orientada a la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes en contextos reales del ámbito laboral, contribuyendo al fortalecimiento de la formación integral del estudiantado y a su vinculación con los sectores social, productivo y gubernamental.

De acuerdo con el Reglamento General para la Prestación de Prácticas Profesionales de la Universidad Autónoma de Baja California, estas actividades podrán realizarse en unidades receptoras debidamente registradas, tales como organismos públicos, privados o sociales, cuyas funciones se relacionen con el campo disciplinar del programa educativo. Asimismo, podrán iniciarse una vez que el estudiantado haya cubierto aproximadamente el 70% de los créditos del plan de estudios, en concordancia con la normatividad institucional vigente.

Para el caso específico de la Licenciatura en Biología, las prácticas profesionales contemplan un total de 320 horas, cuya acreditación otorga 15 créditos de carácter obligatorio dentro del plan de estudios. Estas se desarrollan bajo esquemas de supervisión y evaluación conjunta entre la unidad académica y la unidad receptora, mediante el cumplimiento de actividades previamente definidas, así como la entrega de informes y evidencias de desempeño debidamente validadas.

Desde una perspectiva formativa y de vinculación, las prácticas profesionales representan una oportunidad estratégica para la inserción temprana del estudiantado en el ámbito laboral, al permitirle integrarse a equipos de trabajo, conocer dinámicas institucionales, aplicar conocimientos en situaciones reales y establecer redes de contacto profesional. En este sentido, el programa educativo promoverá su realización en sectores estratégicos del ámbito ambiental, favoreciendo el desarrollo de experiencia práctica, el fortalecimiento del perfil profesional y una transición progresiva hacia el ejercicio laboral.

La planeación, asignación, seguimiento, evaluación y acreditación de las prácticas profesionales será responsabilidad de la unidad académica, en coordinación con las unidades receptoras, asegurando que las actividades realizadas contribuyan al desarrollo de competencias profesionales y respondan a las necesidades del entorno. Las prácticas profesionales consolidan un componente formativo clave del plan de estudios, al articular la formación académica con la experiencia laboral, fortalecer la empleabilidad del estudiantado y contribuir a su desempeño eficaz en contextos socioambientales complejos.

6.3.3. Lengua extranjera

Los criterios establecidos para acreditar el dominio de una segunda lengua se fundamentan en la visión de la UABC, que reconoce la necesidad del bilingüismo para competir en un contexto global. Por ello, y en consonancia con lo estipulado en los planes de estudio de la Facultad de Ciencias, se ha definido un nivel de competencia específico que garantice que los futuros profesionistas posean las herramientas lingüísticas necesarias. Este estándar trasciende el cumplimiento de un requisito curricular, al constituir un componente esencial de la formación integral del estudiantado. El dominio de una segunda lengua favorece la movilidad académica y profesional, facilita la participación en entornos de alcance internacional y amplía las oportunidades de desarrollo profesional, en concordancia con los principios establecidos en el Modelo Educativo de la UABC.

Para egresar del programa educativo de Lic. en Biología, el estudiantado deberá acreditar el dominio de una segunda lengua con un nivel mínimo de B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCER), o su equivalente, mediante cualquiera de las modalidades reconocidas por la Facultad de Idiomas de la UABC o por la propia unidad académica conforme a la normatividad universitaria vigente.

Adicionalmente, también serán consideradas las siguientes opciones:

- Quedar asignado al menos en el sexto nivel del examen diagnóstico de lengua extranjera aplicado por la Facultad de Idiomas de la UABC.
- La acreditación del examen de egreso de la lengua extranjera, que se aplica en la Facultad de Idiomas de la UABC.

- Estancias internacionales autorizadas por la Facultad de Ciencias, con duración mínima de tres meses en un país con lengua oficial distinta al español.
- Haber acreditado estudios formales en lengua extranjera en instituciones educativas en México o en el extranjero, donde presente certificados de diplomados o estudios de media superior o superior.
- Se considerará el español como segunda lengua para aquellos casos donde el estudiantado sea de pueblos originarios cuya lengua materna no es el español, así como alumnado extranjero para quien el español constituye una segunda lengua.
- Finalmente, este programa también considera formas de comunicación y accesibilidad que amplían las posibilidades de interacción profesional y social, como la Lengua de Señas Mexicana y el sistema braille.

El cumplimiento por parte del estudiantado en alguna de las opciones señaladas anteriormente dará lugar a la expedición de una constancia de acreditación de lengua extranjera emitida por la Facultad de Ciencias o la Facultad de Idiomas de la UABC. En todos los casos, las acreditaciones no deberán de tener más de dos años de obtención.

6.3.4. Modalidades de titulación

El proceso para la obtención del título profesional a nivel licenciatura se rige estrictamente por lo establecido en el Estatuto Escolar de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y el Reglamento General de Exámenes Profesionales y Estudios de Posgrado.

Para obtener el título, el alumnado deberá cumplir con los requisitos institucionales generales, que incluyen haber cubierto el 100% de los créditos del plan de estudios, así como haber concluido y acreditado el servicio social comunitario y liberado el servicio social profesional.

Obligatoriedad de Aprobación del Examen de Egreso: Con fundamento en el Artículo 85, fracción VI, y el Artículo 103, fracción IV del Estatuto Escolar de la UABC (los cuales facultan a los planes de estudio para exigir la acreditación de esta evaluación), se establece como requisito obligatorio e indispensable para la obtención del título profesional aprobar el examen de egreso de licenciatura (Examen General de Egreso de Licenciatura EGEL-CENEVAL o su equivalente institucional autorizado).

Modalidades de Titulación

De conformidad con el Artículo 104 del Estatuto Escolar, el cual en su fracción VII permite incorporar “las demás modalidades de titulación establecidas en los planes de estudio a nivel licenciatura”, y en apego al Reglamento Interno de Titulación de la Facultad de Ciencias, el alumnado podrá acogerse a las modalidades institucionales estándar (Promedio, Tesis Profesional, Estudios de Posgrado, Titulación por Proyecto,

Ejercicio Profesional, etc.), así como a las siguientes modalidades específicas:

- **Publicación de un Artículo Científico:** El pasante podrá titularse mediante la publicación de un artículo científico en el que figure como primer autor o autor de correspondencia. El trabajo deberá publicarse en una revista científica con arbitraje de pares (peer-review) que se encuentre indizada en el registro internacional Scopus (o equivalente como Web of Science), o bien, en su equivalente nacional: el Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONAHCYT.
- **Publicación de un Artículo de Divulgación:** Titulación a través de la publicación de un artículo de divulgación científica formal. El texto deberá ser publicado en una revista arbitrada que se encuentre indizada en Scopus o en el Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONAHCYT.

Estas modalidades de titulación aseguran que las personas egresadas demuestren de manera formal el logro del perfil de egreso, al tiempo que ofrecen flexibilidad para que el proceso de titulación responda a sus trayectorias académicas y experiencias profesionales, fortaleciendo su inserción en el ámbito laboral y su contribución al desarrollo sustentable. De acuerdo con el Reglamento General de Exámenes Profesionales, el proceso de titulación podrá incluir, según la modalidad elegida, la presentación de un examen profesional, el cual tiene como finalidad valorar de manera integral los conocimientos generales del sustentante y su capacidad para aplicarlos en la resolución de problemáticas propias de su campo disciplinar.

Procedimientos de Operación y Evaluación

Los procesos operativos, formatos, rúbricas de evaluación, requerimientos técnicos de los trabajos y fechas de dictamen para todas las modalidades de titulación descritas en este documento, serán establecidos y actualizados por la Academia del programa educativo. Dicha Academia será la responsable de definir los procedimientos internos asegurando en todo momento el rigor académico, el cumplimiento del perfil de egreso y la observancia de la legislación universitaria aplicable.

7. Condiciones institucionales para la operación del plan de estudios

La viabilidad y sostenibilidad de un plan de estudios no dependen exclusivamente de su solidez académica o de la pertinencia de su diseño curricular, sino de las condiciones institucionales que garantizan su adecuada implementación, seguimiento y mejora continua. En este sentido, el presente apartado establece el conjunto de capacidades organizacionales, recursos y dispositivos de gestión académica con los que cuenta la institución para asegurar la operación efectiva del programa educativo, en congruencia con los principios de calidad, pertinencia, equidad e innovación educativa que orientan a la universidad.

Estas condiciones institucionales se estructuran de manera sistémica, considerando tanto los insumos estratégicos como los procesos de apoyo que inciden directamente en la formación integral del estudiantado. Se abordan, en primer término, los mecanismos de difusión del programa educativo, los cuales permiten su posicionamiento y adecuada comunicación hacia los distintos públicos de interés. Posteriormente, se describen las características de la planta académica y la organización de los cuerpos académicos, elementos clave para el desarrollo de funciones sustantivas como la docencia, la investigación y la vinculación.

Asimismo, se detallan las condiciones de infraestructura física y tecnológica, así como la disponibilidad de materiales y equipamiento especializado, indispensables para el desarrollo de experiencias de aprendizaje pertinentes y contextualizadas. De igual forma, se consideran los recursos bibliográficos y de información que respaldan el acceso al conocimiento actualizado y a fuentes especializadas, en consonancia con las exigencias del campo disciplinar.

Finalmente, se incorporan los dispositivos institucionales orientados al acompañamiento y bienestar del estudiantado, tales como el Programa de Tutoría Académica y los servicios de apoyo proporcionados desde la estructura organizacional, los cuales contribuyen a fortalecer la trayectoria escolar, la permanencia, el egreso oportuno y la formación integral.

7.1. Difusión del programa educativo

La estrategia de difusión de la Licenciatura en Biología trasciende la simple promoción de ingreso; constituye un eje fundamental de nuestra responsabilidad social, diseñado para democratizar el conocimiento científico, fomentar vocaciones tempranas y consolidar un sentido de identidad profesional en la región. Conscientes de que la biología es una disciplina vital para el desarrollo sostenible de Baja California, el programa ha estructurado una serie de acciones integrales que fortalecen el vínculo dialógico entre la Universidad Autónoma de Baja California y la sociedad en su conjunto.

Estrategias de comunicación digital e institucional

Las plataformas digitales operan como nuestro principal canal de interacción continua con la comunidad. A través de la página oficial de Facebook de la Facultad de Ciencias (FC. UABC), se gestiona una comunicación dinámica donde no solo se emiten convocatorias, sino que se despliega una narrativa sobre el quehacer biológico mediante infografías, cápsulas informativas y materiales didácticos sobre nuestras áreas de acentuación. De manera complementaria, el sitio web institucional (<https://ciencias.ens.uabc.mx/>) se ha consolidado como un repositorio estratégico de información, donde los testimonios y perfiles de nuestra comunidad egresada ofrecen una visión tangible del campo laboral y del impacto positivo que el personal biólogo ejerce en los sectores público, privado y de investigación. Este ecosistema digital permite que el estudiantado potencial visualice la carrera no como un destino estático, sino como un camino profesional lleno de posibilidades.

Vinculación efectiva con el nivel medio superior

Para reducir la brecha entre la educación media superior y la superior, el programa ejecuta un modelo de vinculación itinerante y presencial. Participamos de manera proactiva en ferias profesionales y foros vocacionales, pero nuestra labor va más allá de la exposición informativa; realizamos charlas de orientación personalizadas en escuelas preparatorias locales y regionales, donde se explican con detalle las ventajas competitivas y la infraestructura de vanguardia con la que cuenta nuestra licenciatura. Un componente central de esta estrategia es el programa de visitas guiadas a nuestras

colecciones científicas y laboratorios de investigación. Al permitir que el estudiantado de bachillerato recorra estos espacios y dialogue con nuestras y nuestros especialistas, propiciamos una experiencia de inmersión temprana que permite una toma de decisiones vocacionales fundamentada en el conocimiento real de la práctica científica.

Presencia en eventos institucionales y divulgación masiva

El programa mantiene una presencia protagónica en los grandes escaparates institucionales de la UABC, como la Expo Profesiones. En este entorno, se despliegan módulos de orientación estratégica atendidos por docentes y estudiantes avanzados, quienes brindan atención directa a miles de aspirantes. Sin embargo, nuestro compromiso con la divulgación se manifiesta con mayor fuerza en eventos de alto impacto regional como la Semana de Ciencias, la Noche de las Estrellas y la Noche de las Ciencias. Estos encuentros fungen como catalizadores para el fomento de vocaciones STEM; mediante exposiciones temporales y muestras biológicas, compartimos con la sociedad la riqueza de la biodiversidad de Baja California y subrayamos la relevancia crítica de la conservación, logrando que el conocimiento generado en las aulas llegue a públicos diversos.

Liderazgo académico y proyección social

Finalmente, el programa educativo asume un rol de liderazgo en la promoción del talento académico mediante la coordinación estatal de la Olimpiada de Biología en Baja California y la organización de la Olimpiada Nacional de Zoología. Estos certámenes constituyen herramientas estratégicas para la detección y desarrollo de talento joven, promoviendo el pensamiento crítico, la resolución de problemas complejos y el rigor metodológico desde edades tempranas. La labor de difusión se ve fortalecida por espacios mediáticos como el programa radiofónico "Hablemos de Ciencias", una plataforma universitaria dedicada a la discusión de hallazgos y temáticas de vanguardia. A través de este medio, el programa logra proyectar la relevancia técnica y social de la disciplina, estrechando los vínculos entre la academia y la comunidad, y reafirmando su papel como referente indiscutible en la formación de las nuevas generaciones de profesionales de las ciencias naturales.

7.2. Planta académica

La planta académica que atiende el programa educativo está conformada por 19 docentes, de los cuales 14 son Profesores de Tiempo Completo (PTC) adscritos al programa, 5 son PTC adscritos al programa de Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas, además 1 Docente de Medio Tiempo, 3 Técnicos Académicos de Tiempo Completo y 15 Profesores de Asignatura. De los PTC el 90 % (17) cuenta con reconocimiento SNI y el 95% (18) cuentan con perfil deseable. El número y grado académico del personal docente, se muestra en las Tablas 20 y 21.

Tabla 20.

Grado de docentes en la Facultad de Ciencias

Grado	Cantidad
Doctorado	32
Maestría	6
Licenciatura	0
Total	38

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21.

Perfil de la planta docente de tiempo completo.

No. de Empleado	Nombre	Grados académicos	Institución de egreso del último grado
2923	María Evarista Arellano García	Licenciatura en Oceanología Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo	Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
4966	José Delgadillo Rodríguez	Licenciatura en Biología Doctorado en Biología Vegetal	Universidad de Alcalá de Henares, España
12212	Juana Claudia Leyva Aguilera	Licenciatura en Biología Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo	Universidad Autónoma de Baja California (UABC)

No. de Empleado	Nombre	Grados académicos	Institución de egreso del último grado
22391	José Manuel López Rodríguez	Maestría en Astrofísica Doctorado en Astrofísica	Instituto de Astronomía de la UNAM
24508	Alejandro Sánchez González	Licenciatura en Químico Farmaco-Biólogo Maestría en Biotecnología Marina Doctorado en Biología Molecular	The Scripps Research Institute (UCSD)
25524	Aldo Antonio Guevara Carrizales	Licenciatura en Biología Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo	Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
26286	Carlos Alberto Flores López	Licenciatura en Biología Doctorado en Biología	University of Maryland
26675	Julio Enrique Valencia Suárez	Licenciatura en Biología Maestría en Negocios Biotecnológicos Doctorado en Biotecnología	The University of Manchester
26913	Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas	Licenciatura en Biología Maestría en Neurobiología Doctorado en Ciencias Biomédicas	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
27162	Gonzalo De León Girón	Licenciatura en Biología Doctorado en Ecología	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR)
28122	Julio Lorda Solórzano	Licenciatura en Biología Doctorado en Ecología, Evolución y Biología Marina	University of California Santa Barbara
28458	Manuel Alejandro Carballo Amador	Licenciatura en Biología Doctorado en Biotecnología	The University of Manchester
29036	Andrés Martínez Aquino	Licenciatura en Biólogo Maestría en Ciencias Biológicas Doctorado en Biología Evolutiva de Parásitos	Instituto de Biología, UNAM
29307	Alejandra Ramos González	Licenciatura en Biología Certificado de Maestría en Educación Ambiental Doctorado en Ciencias Biomédicas	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

No. de Empleado	Nombre	Grados académicos	Institución de egreso del último grado
30714	Dalia Marcela Muñoz Pizza	Licenciatura en Ingeniería Industrial Maestría en Economía Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo	Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
31276	Anwar Israel Medina Villarreal	Licenciatura en Biología Maestría en Biodiversidad y Sistemática Doctorado en Biodiversidad y Sistemática	Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)
31549	Ana De Luca Zuria	Licenciatura en Relaciones Internacionales Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo Doctorado en Ciencias Políticas y Sociales	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
32534	Claudia Alejandra Reyes Valdez	Licenciatura en Biología Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas Doctorado en Oceanografía Costera	Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
33217	Angélica Colín Martínez	Licenciatura en Hidrobiología Maestría en Biología Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud	Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)
33158	Alfredo Francisco Yanez Montalvo	Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo Maestría en Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural Doctorado en Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable	El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)

Fuente: Elaboración propia.

7.3. Cuerpos académicos

En la Facultad de Ciencias se cuenta con cuatro cuerpos académicos cuyas aportaciones a la ciencia benefician al programa educativo y a la formación de las y los estudiantes en el área de Biología.

El cuerpo académico Estudios Relativos a la Biodiversidad, con número de registro UABC-CA-3E, se formó en el año 2002 y cuenta con un grado de Consolidado. Su orientación se centra en la taxonomía y ecología de recursos naturales.

El cuerpo académico Biología Integrativa, con número de registro UABC-CA-289, se formó en el año 2017 y se encuentra en Consolidación. Se orienta a la investigación de enfermedades transmisibles, el desarrollo de herramientas biotecnológicas para su estudio, detección y tratamiento, y a la enseñanza científica de las ciencias biológicas.

El cuerpo académico Diagnóstico Molecular, con número de registro UABC-CA-332, se formó en el año 2017 y se encuentra en Consolidación. Se orienta al estudio fundamental de procesos biológicos a nivel molecular.

El cuerpo académico Ecología, Conservación y Manejo de Recursos Marinos, con número de registro UABC-CA-47, se formó en el año 2002 y cuenta con el grado de Consolidado. Se orienta al estudio de la biodiversidad y sus interacciones ecológicas para poder conservar y tener un mejor manejo de los recursos marinos.

Tabla 22.

Integrantes del cuerpo académico que incide en el programa educativo.

Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento	Integrantes
Estudios Relativos a la Biodiversidad	Gorgonio Ruiz Campos José Delgadillo Rodríguez Aldo A. Guevara Carrizales Andrés Martínez Aquino Gonzalo de León Girón
Biología Integrativa	Manuel Alejandro Carballo Amador Carlos Alberto Flores López Ulises G. Pacheco Bardullas Julio Enrique Valencia Suárez
Diagnóstico Molecular	Alejandro Sánchez González Rafael Bello Bedoy María Evarista Arellano García
Ecología, Conservación y Manejo de Recursos Marinos	Julio Lorda Solórzano Rodrigo Beas Luna Juan Guillermo Vaca Martínez Luis Malpica Cruz José Alberto Zepeda Domínguez Cira Gabriela Montaña Moctezuma

Fuente. Elaboración propia.

7.4. Infraestructura, materiales y equipamiento

La Facultad de Ciencias dispone de una infraestructura física integral, diseñada para garantizar condiciones óptimas para el aprendizaje, la investigación y el desarrollo académico de su comunidad. Estas instalaciones son fundamentales para sostener la carga docente y los proyectos de investigación que caracterizan a la Licenciatura en Biología.

Infraestructura académica y tecnológica

El entorno educativo está conformado por 18 aulas con capacidades flexibles que oscilan entre los 12 y los 45 estudiantes, asegurando un ambiente propicio para el intercambio de ideas y la construcción del conocimiento. A esta infraestructura se suman cinco aulas de cómputo equipadas con diversas plataformas tecnológicas, con capacidades de 10 a 30 estudiantes, lo que facilita el acceso a herramientas digitales especializadas para el análisis de datos, el modelado y la simulación bioinformática.

Laboratorios y espacios de experimentación

La formación experimental, piedra angular de nuestra propuesta, se desarrolla en 11 laboratorios de docencia con capacidad para 20 estudiantes cada uno. Estas instalaciones cubren una amplia gama de disciplinas fundamentales, incluyendo Biología Molecular, Botánica, Zoología, Genética, Invertebrados, Microbiología, Química, Física, Geología y Vertebrados. Este ecosistema de aprendizaje se enriquece mediante un Jardín Botánico y dos colecciones biológicas especializadas en plantas y vertebrados, las cuales funcionan como espacios de enseñanza viva y práctica de campo. Paralelamente, la Facultad mantiene 14 laboratorios dedicados exclusivamente a la investigación, fortaleciendo la capacidad operativa y la productividad científica de las y los docentes, además de ofrecer espacios donde el estudiantado puede involucrarse en proyectos de vanguardia.

Espacios para el cuerpo académico

La Facultad garantiza condiciones de trabajo adecuadas para su cuerpo académico, reconociendo la importancia de la presencialidad en la tutoría y la gestión. Todo el personal docente de tiempo completo cuenta con oficinas privadas equipadas con equipos de cómputo de escritorio, fomentando así la calidad en la tutoría y la eficiencia en el trabajo administrativo. Asimismo, se dispone de tres cubículos diseñados para el uso temporal de docentes de asignatura, asegurando que cuenten con las condiciones necesarias para preparar sus sesiones y atender al estudiantado durante sus periodos presenciales, garantizando así un acompañamiento constante en el proceso formativo.

7.5. Recursos bibliográficos y de información

La infraestructura de apoyo a la investigación y el aprendizaje en la Facultad de Ciencias es robusta, integrando recursos físicos y digitales de vanguardia diseñados para satisfacer las necesidades académicas de la Licenciatura en Biología. El sistema bibliotecario de la UABC en Ensenada se consolida como un centro de gestión del conocimiento que garantiza el acceso universal a la información, apoyando tanto la labor docente como el proceso formativo del estudiantado.

Acervo bibliográfico y ecosistema digital

El estudiantado dispone de un acervo físico especializado que abarca las diversas ramas de las ciencias naturales, con especial énfasis en áreas críticas como Biología Molecular, Inmunología, Genética, Botánica, Zoología y Ecología. Esta colección se complementa con una reserva académica seleccionada cuidadosamente por el personal docente para asegurar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje de cada unidad. Asimismo, la comunidad estudiantil cuenta con acceso remoto a la Biblioteca Digital UABC, un portal que permite la consulta de bases de datos científicas de alto impacto (tales como ScienceDirect, Scopus, SpringerLink y Wiley), así como de revistas electrónicas y libros digitales (e-books) en plataformas como Pearson y e-Libro, fundamentales para la revisión de literatura especializada en biotecnología y sistemas socioecológicos.

Servicios de apoyo y alfabetización informacional

Más allá del acceso a materiales, la institución promueve la excelencia académica mediante servicios de acompañamiento. Esto incluye el préstamo de equipo portátil (computadoras y tablets) para facilitar el trabajo en el aula y fuera de ella, así como la disponibilidad de cubículos diseñados para la colaboración en proyectos de investigación. Un elemento clave es el programa de capacitación en alfabetización informacional, donde se instruye a la comunidad estudiantil en el uso de gestores bibliográficos (Mendeley, Zotero) y técnicas de búsqueda avanzada. Adicionalmente, el servicio de préstamo interbibliotecario permite extender el alcance de la búsqueda de información, conectando a la Facultad con otros campus de la UABC y estableciendo convenios con instituciones externas de prestigio, como el CICESE, para asegurar que la necesidad de material especializado sea siempre cubierta.

Infraestructura tecnológica y laboratorios

La capacidad computacional de la Facultad está diseñada para dar soporte a las demandas técnicas del programa. Se cuenta con un ecosistema de 98 equipos de escritorio distribuidos en cinco aulas de cómputo, complementado con dispositivos portátiles para uso en clase. Para el personal docente, la institución provee herramientas tecnológicas individuales, destacando la disponibilidad de un servidor de alta gama dedicado exclusivamente al análisis bioinformático, un recurso vital para la investigación moderna.

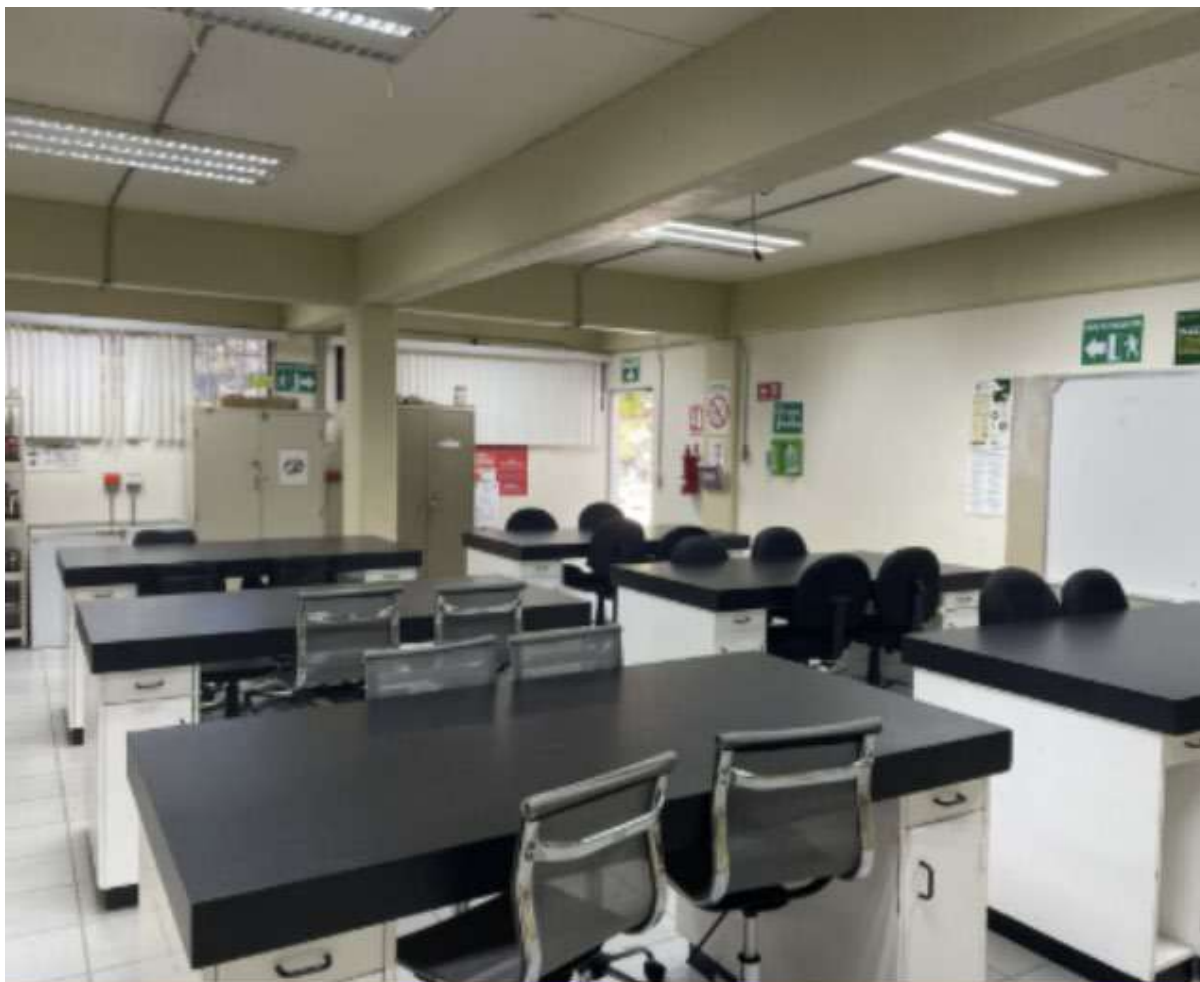
Esta infraestructura se extiende a los espacios de trabajo práctico; la dotación de equipo para estudiantes y docentes incluye proyectores, sistemas de teleconferencia y una amplia gama de materiales de laboratorio, reactivos especializados y equipo de campo, incluyendo microscopios de precisión. Finalmente, la vida académica se ve favorecida por la existencia de espacios de reunión, tales como la sala de juntas y dos auditorios con capacidad para 50 personas cada uno, los cuales proveen el entorno idóneo para seminarios, presentaciones de proyectos y eventos de divulgación científica, garantizando que tanto la comunidad académica como la estudiantil cuenten con los recursos necesarios para el desarrollo de actividades profesionales de alto nivel.

Figura 4. Laboratorio Multidisciplinario de la Facultad de Ciencias.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Laboratorio de Vertebrados.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Laboratorio Meredith Gould.



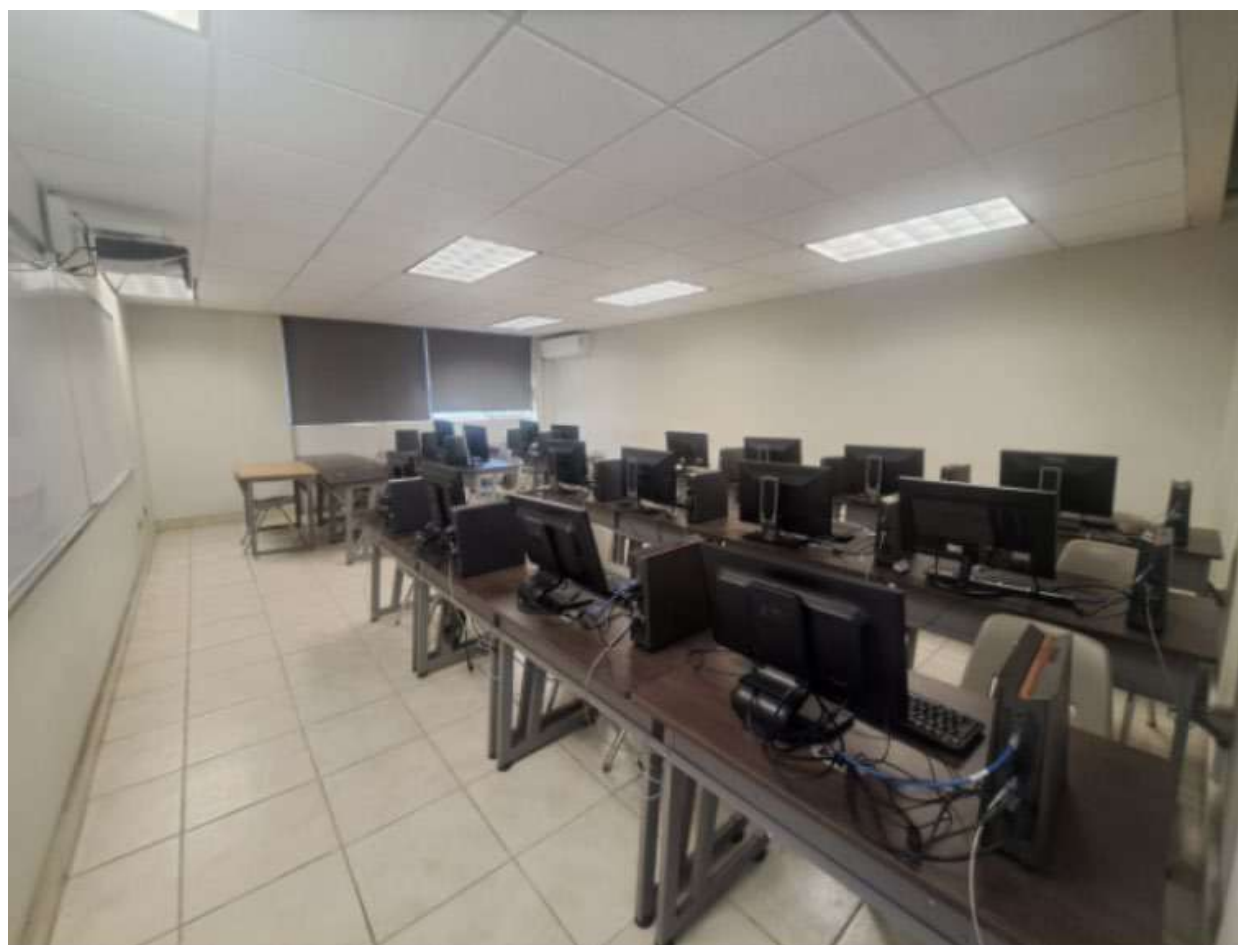
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Laboratorio de Cómputo LD5.



Fuente: Elaboración propia.

7.6. Programa de Tutoría Académica

El Programa de Tutoría Académica constituye un dispositivo institucional estratégico para el acompañamiento integral del estudiantado a lo largo de su trayectoria escolar, orientado a favorecer la permanencia, el desempeño académico, el egreso oportuno y la consolidación del proyecto profesional. Su enfoque se sustenta en una lógica formativa centrada en cada estudiante, en la cual la tutoría trasciende la asesoría administrativa para convertirse en un proceso sistemático de orientación académica, personal y vocacional.

El propósito central del programa es potencializar las capacidades, habilidades y toma de decisiones del estudiantado, promoviendo una participación activa, reflexiva y responsable en su proceso de formación. En este sentido, la tutoría se configura como un espacio de mediación pedagógica que permite identificar oportunamente riesgos académicos, necesidades de apoyo y áreas de oportunidad, así como canalizar al estudiantado hacia los servicios institucionales pertinentes. Su impacto se expresa en múltiples dimensiones del desarrollo estudiantil:

- Académica: mejora en la planeación de la carga académica, el rendimiento escolar y la continuidad en los estudios.
- Personal: fortalecimiento de la autonomía, la autorregulación y el sentido de pertenencia institucional.
- Profesional: orientación para la construcción del perfil de egreso, elección de trayectorias formativas y toma de decisiones vinculadas al campo laboral.

El tutor o tutora desempeña un papel clave como agente de acompañamiento y orientación, cuya función principal es guiar al estudiantado en la comprensión y gestión de su trayectoria académica. Esta función implica:

- Brindar asesoría académica personalizada sobre la selección de unidades de aprendizaje, avance curricular y cumplimiento de requisitos.
- Detectar de manera oportuna situaciones de riesgo académico o personal, proponiendo estrategias de atención o canalización.
- Promover el desarrollo de habilidades de aprendizaje autónomo y toma de decisiones informadas.

- Dar seguimiento continuo al progreso de cada estudiante mediante registros sistemáticos y evidencia de intervención.

La función tutorial se reconoce como una actividad académica formal, respaldada por procesos de capacitación y actualización docente, lo que garantiza la calidad y homogeneidad en su implementación.

El programa opera de manera estructurada en la unidad académica desde la Coordinación de Formación Profesional, en articulación con la subdirección, instancia responsable de la asignación de tutores, el seguimiento operativo y la evaluación del programa. A cada estudiante se le asigna un tutor o tutora desde su ingreso hasta el egreso, manteniendo un acompañamiento continuo, con posibilidad de ajuste en casos justificados.

La atención tutorial se organiza mediante:

- Sesiones grupales e individuales obligatorias, con un mínimo de cuatro por ciclo escolar (inicio, seguimiento intermedio, cierre y reinscripción).
- Planes de trabajo tutorial definidos institucionalmente, que orientan las actividades a desarrollar en cada sesión.
- Capacitación permanente a tutores y tutorados para asegurar el adecuado funcionamiento del programa.

El Sistema Institucional de Tutorías (SIT) es la plataforma tecnológica que sustenta la operación, seguimiento y evaluación del programa. Su función es sistematizar la información derivada del proceso tutorial, permitiendo:

- Registrar las sesiones de tutoría y las actividades realizadas.
- Dar seguimiento individualizado a la trayectoria de cada estudiante.
- Generar reportes académicos y evidencias de intervención tutorial.
- Facilitar la evaluación del programa mediante instrumentos aplicados a tutores y tutorados.

El programa incorpora mecanismos formales de evaluación y retroalimentación continua. Al cierre de cada periodo escolar:

- El tutor o tutora elabora un reporte de resultados, documentando avances, problemáticas detectadas y acciones implementadas.
- El estudiantado participa en la evaluación del desempeño tutorial, aportando información clave sobre la calidad del acompañamiento.
- La coordinación del programa integra un informe institucional, que permite identificar áreas de mejora y orientar decisiones académicas y administrativas.

La tutoría académica es un eje articulador del trayecto formativo, ya que acompaña a la o al estudiante en momentos críticos como el ingreso, la adaptación al entorno universitario, la definición de trayectorias, la resolución de dificultades académicas y la transición al egreso. El Programa de Tutoría Académica no solo opera como un mecanismo de apoyo, sino como una estrategia institucional integral que fortalece la formación del estudiantado, contribuyendo a la calidad y pertinencia del programa educativos; su adecuada implementación incide directamente en indicadores institucionales clave como la retención, eficiencia terminal y satisfacción estudiantil.

7.7. Servicios de apoyo al estudiantado

Los servicios de apoyo al estudiantado del programa educativo se articulan a partir de la estructura organizacional (ver figura 9) de la Facultad de Ciencias, lo que permite garantizar una atención integral, sistemática y oportuna a lo largo de la trayectoria académica. Esta organización institucional favorece la coordinación entre áreas académicas, administrativas y de vinculación, asegurando que el estudiantado cuente con acompañamiento permanente en los ámbitos académico, formativo, administrativo y de bienestar. En este sentido, la atención al estudiantado no recae en una sola instancia, sino que se distribuye estratégicamente entre diversas figuras y unidades responsables que, de manera coordinada, contribuyen al desarrollo integral del estudiantado y al logro del perfil de egreso.

En el ámbito académico, el programa cuenta con la participación del Responsable de Programa Educativo de Licenciatura, quien coordina la operación del plan de estudios, da seguimiento a la trayectoria escolar y atiende necesidades específicas del estudiantado relacionadas con su formación. De manera complementaria, el Responsable de Tutorías y el Responsable de Asesorías brindan acompañamiento

académico personalizado, orientado a fortalecer el desempeño escolar, prevenir el rezago y apoyar la permanencia y egreso oportuno.

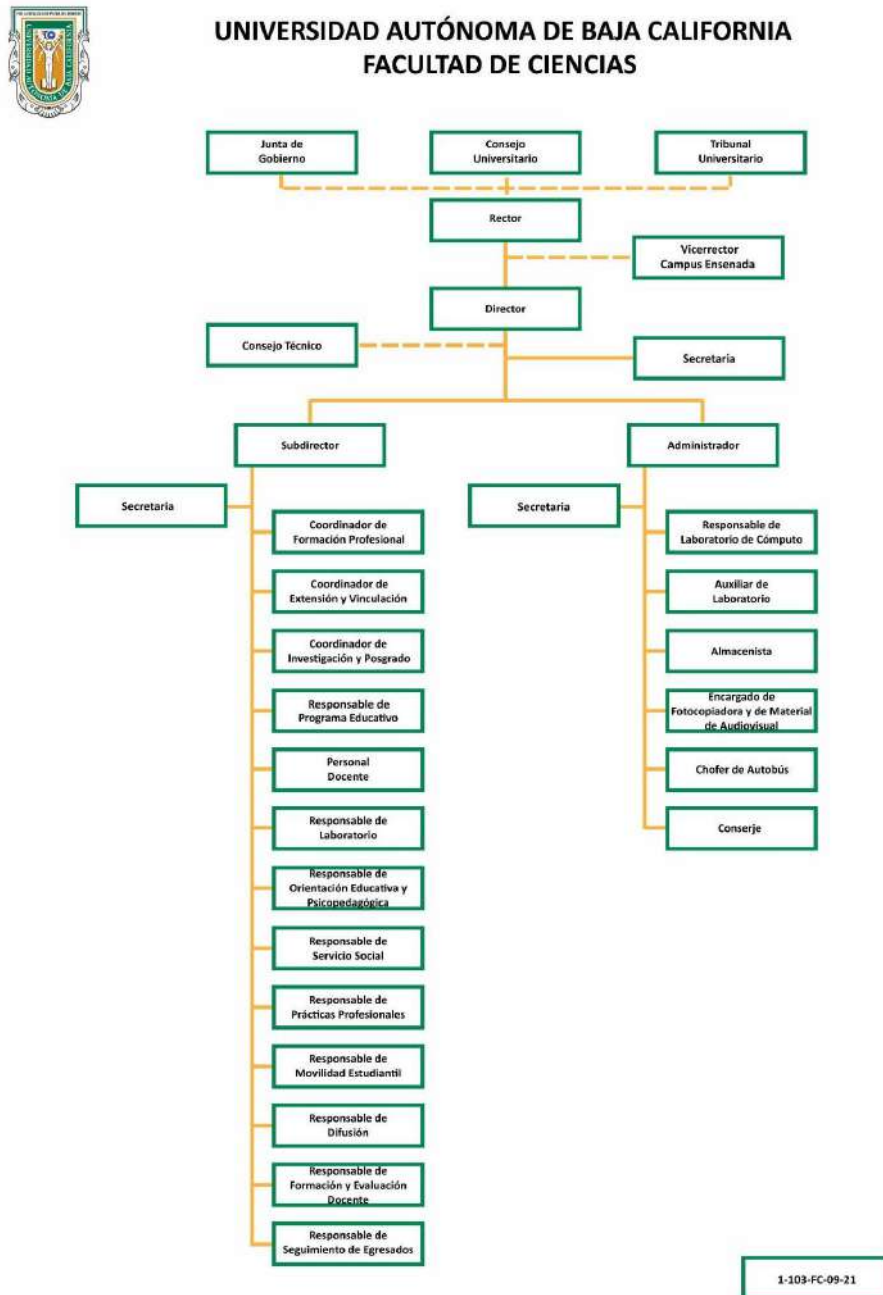
Asimismo, el Responsable de Trayectoria Estudiantil y el Responsable de Seguimiento de Egresados permiten dar continuidad al proceso formativo más allá del aula, mediante el monitoreo de indicadores de avance académico y la retroalimentación sobre la inserción laboral y el impacto del programa en el campo profesional.

En el ámbito de formación integral, se cuenta con el apoyo de la Coordinación de Formación Profesional, así como del Responsable de Formación y Seguimiento Docente, quienes contribuyen a fortalecer la calidad de la enseñanza y la pertinencia de las experiencias de aprendizaje. De igual forma, el Responsable de Educación Continua y el Responsable de Emprendedores promueven oportunidades para el desarrollo de competencias complementarias, la actualización disciplinar y la vinculación con el entorno productivo y social.

En materia de vinculación y experiencias formativas en contextos reales, el estudiantado es apoyado por el Responsable de Servicio Social, el Responsable de Prácticas Profesionales y el Responsable de Movilidad e Intercambio, quienes gestionan y supervisan estas modalidades, asegurando su pertinencia, calidad y alineación con el perfil de egreso. Estas instancias facilitan la transición del estudiantado hacia escenarios profesionales, fortaleciendo su inserción laboral.

De manera complementaria, el programa educativo incorpora el acompañamiento del área de Orientación Educativa y Psicopedagógica, la cual brinda atención especializada para favorecer el bienestar integral del estudiantado. Este servicio contribuye a la atención de necesidades relacionadas con la adaptación a la vida universitaria, el desarrollo de habilidades socioemocionales, la gestión del tiempo y del aprendizaje, así como la identificación y atención de factores que puedan incidir en el desempeño académico, tales como situaciones de riesgo psicoeducativo o dificultades de aprendizaje. Asimismo, promueve acciones preventivas, de acompañamiento y canalización a instancias institucionales cuando se requiere atención específica, fortaleciendo la permanencia, el rendimiento académico y el desarrollo personal del estudiantado.

Figura 9. Estructura organizacional de la Facultad de Ciencias



Fuente. Facultad de Ciencias. Organigrama. Universidad Autónoma de Baja California.

Adicionalmente, el programa cuenta con el respaldo de áreas de apoyo académico y técnico como el Responsable de Laboratorios, el Encargado de Fotocopiado, el Operador de Transporte y los Conserjes, quienes contribuyen a la operación de las actividades formativas en aula, laboratorio y campo, garantizando condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En el ámbito administrativo, el Subdirector, la Secretaría, el Administrador y el Responsable de Informática aseguran el funcionamiento eficiente de los procesos escolares, el acceso a recursos tecnológicos y la atención a trámites académicos, contribuyendo a una gestión institucional eficaz.

De manera transversal, estas instancias trabajan de forma coordinada mediante mecanismos de comunicación institucional, trabajo colegiado y seguimiento de indicadores académicos, lo que permite identificar oportunamente necesidades del estudiantado, implementar acciones de apoyo y fortalecer la calidad del proceso educativo, por lo tanto, la estructura organizacional de la Facultad de Ciencias constituye un sistema de apoyo integral que favorece el desarrollo académico, profesional y personal del estudiantado, asegurando trayectorias escolares exitosas, el logro del perfil de egreso y una formación pertinente con las demandas del entorno.

8. Sistema de evaluación y aseguramiento de la calidad

Para garantizar la calidad, pertinencia y efectividad del plan de estudios, se establece un sistema de evaluación integral, permanente, sistemático y orientado a la mejora continua, que permite generar información relevante para la toma de decisiones académicas, curriculares e institucionales.

La evaluación del programa educativo se concibe como un proceso articulado que trasciende la medición de resultados, al integrar el análisis del diseño curricular, su implementación en contextos reales, el logro de las competencias del perfil de egreso y la pertinencia de la formación frente a las demandas del entorno social, profesional y disciplinar. En este sentido, la evaluación no se limita a la revisión interna de la unidad académica, sino que incorpora su relación con el contexto, la vinculación con sectores externos y el impacto del programa en la formación de profesionistas.

En congruencia con el enfoque por competencias adoptado en el plan de estudios, el sistema de evaluación se orienta a valorar el desempeño del estudiantado mediante evidencias que reflejen la integración de conocimientos, habilidades, actitudes y valores en situaciones auténticas de aprendizaje. Asimismo, se sustenta en metodologías contemporáneas de evaluación, tales como la evaluación formativa, la evaluación auténtica, el uso de rúbricas analíticas, el portafolio de evidencias, la autoevaluación y la coevaluación, las cuales permiten acompañar el proceso formativo y retroalimentar de manera continua el aprendizaje.

El sistema de evaluación del programa educativo se estructura en cuatro dimensiones interrelacionadas: la evaluación del plan de estudios, la evaluación del aprendizaje, la evaluación colegiada del aprendizaje y el uso de resultados para la mejora continua. Estas dimensiones permiten asegurar la coherencia entre el perfil de egreso, las competencias, las experiencias de aprendizaje y los resultados formativos, consolidando una cultura de evaluación basada en evidencia.

De esta manera, la evaluación se constituye como un mecanismo estratégico para el aseguramiento de la calidad educativa, al permitir identificar fortalezas, detectar áreas

de oportunidad y orientar la mejora continua del programa educativo, en correspondencia con los principios del Modelo Educativo.

8.1. Evaluación del plan de estudios

La evaluación del plan de estudios tiene como propósito valorar de manera integral su pertinencia, coherencia interna, vigencia disciplinar y efectividad en la formación del estudiantado, con el fin de asegurar que la propuesta curricular responda de manera adecuada al perfil de egreso y a las demandas del entorno social, profesional y académico.

En el marco de este programa educativo, la evaluación del plan de estudios se concibe como un proceso sistemático y permanente que considera tanto el análisis del diseño curricular como su implementación en la práctica. Esto implica revisar el plan de estudios como documento normativo (en cuanto a sus fundamentos, perfil de egreso, competencias, estructura, organización de créditos y modalidades de aprendizaje), así como su concreción en los procesos de enseñanza, evaluación, trayectoria escolar, vinculación y operación institucional.

Para tal efecto, la evaluación del plan de estudios se llevará a cabo mediante un esquema temporal que permita valorar tanto su instrumentación inicial como su impacto formativo. En una primera fase, se realizará una evaluación de seguimiento a los dos años de su implementación, con el objetivo de identificar posibles áreas de ajuste relacionadas con la operación del plan, tales como la coherencia entre el diseño y la práctica, el comportamiento de la trayectoria escolar del estudiantado, la pertinencia de las unidades de aprendizaje, el funcionamiento de las etapas de formación y la disponibilidad de recursos académicos e institucionales.

En una segunda fase, se desarrollará una evaluación interna y externa una vez que se hayan cumplido dos años de egreso de las primeras cohortes formadas bajo el nuevo plan de estudios. Esta evaluación permitirá analizar el impacto del programa en términos del logro del perfil de egreso, la inserción laboral de las personas egresadas, la pertinencia de la formación profesional y la congruencia del currículo con las necesidades del campo disciplinar. Los resultados obtenidos constituirán insumos fundamentales para la actualización o modificación del plan de estudios.

Para el desarrollo de este proceso se emplearán diversas fuentes de información, tales como indicadores institucionales de trayectoria escolar, resultados de evaluación del aprendizaje, evaluación docente, estudios de seguimiento de egresados, opinión de empleadores, así como informes generados por academias y cuerpos colegiados, entre otros. El análisis de esta información se realizará de manera colegiada, con el propósito de garantizar una interpretación integral y fundamentada de los resultados reconociendo que la evaluación del plan de estudios se constituye como un mecanismo estratégico que permite asegurar la calidad y pertinencia de la formación, al tiempo que orienta la toma de decisiones para la mejora continua del programa educativo.

8.2. Evaluación del aprendizaje

De acuerdo con el Estatuto Escolar vigente, la evaluación de los procesos de aprendizaje tiene como propósito que las autoridades universitarias, el personal docente y el estudiantado dispongan de información pertinente para valorar los resultados del proceso educativo y propiciar su mejora continua; que el estudiantado conozca el nivel de aprovechamiento académico alcanzado y, en su caso, obtenga la promoción correspondiente; y evidenciar el desarrollo de las competencias adquiridas durante su formación.

En el marco del presente plan de estudios, la evaluación del aprendizaje se concibe como un proceso integral, continuo, sistemático y formativo, orientado a valorar el desarrollo progresivo de las competencias del perfil de egreso. En este sentido, trasciende la medición de conocimientos teóricos aislados, para centrarse en la capacidad del estudiantado de integrar y aplicar conocimientos, habilidades, actitudes y valores en contextos académicos y profesionales propios de su disciplina.

Bajo el enfoque por competencias, la evaluación se orienta al desempeño del estudiantado en situaciones de aprendizaje significativas, por lo que se sustenta en la generación de evidencias que permitan valorar la aplicación del conocimiento en la resolución de problemas, el análisis de situaciones complejas y la construcción de propuestas pertinentes. En congruencia con ello, cada unidad de aprendizaje establecerá de manera explícita las competencias a desarrollar, los resultados de aprendizaje esperados y los criterios de evaluación, los cuales orientarán tanto las actividades

formativas como las evidencias que se considerarán para valorar el logro de los aprendizajes.

La evaluación del aprendizaje se desarrollará a lo largo del periodo escolar en distintos momentos que permiten acompañar el proceso formativo del estudiantado. En un primer momento, se realizarán evaluaciones diagnósticas que permitan identificar los conocimientos previos y las condiciones de entrada del estudiantado; posteriormente, se llevarán a cabo evaluaciones formativas que faciliten la retroalimentación continua, la identificación de áreas de mejora y el fortalecimiento del aprendizaje; y finalmente, se implementarán evaluaciones sumativas que permitan valorar el nivel de logro de las competencias al cierre de las unidades de aprendizaje o de experiencias formativas específicas.

En correspondencia con las metodologías de enseñanza adoptadas en el programa educativo, la evaluación del aprendizaje incorporará estrategias contemporáneas acordes con el enfoque por competencias, tales como la evaluación basada en el desempeño, la evaluación auténtica en situaciones reales o simuladas, la evaluación por proyectos, el análisis de casos, así como el uso de portafolios de evidencias. De igual forma, se promoverá la participación activa del estudiantado en su propio proceso de evaluación mediante ejercicios de autoevaluación y coevaluación, con el propósito de fortalecer su capacidad de reflexión, autorregulación y mejora continua.

Las evidencias de aprendizaje estarán constituidas por productos académicos y profesionales que reflejen el desempeño del estudiantado, tales como proyectos integradores, reportes técnicos, prácticas de laboratorio y campo, análisis de casos, presentaciones orales, propuestas de intervención, entre otros. La selección de estas evidencias será congruente con las competencias a desarrollar y con el nivel de complejidad de cada etapa de formación.

Para asegurar la objetividad, transparencia y consistencia en la evaluación, se emplearán instrumentos como rúbricas analíticas, listas de cotejo y guías de evaluación por competencias, los cuales permitirán establecer criterios claros y compartidos entre el personal docente, así como facilitar la retroalimentación al estudiantado.

Asimismo, la evaluación docente institucional se integra como un mecanismo complementario que permite retroalimentar la práctica educativa, identificar áreas de

mejora en el proceso de enseñanza y promover la actualización pedagógica del personal docente. En caso de detectarse áreas de rezago en el estudiantado, se podrán implementar estrategias de apoyo académico, tales como cursos de nivelación, asesorías especializadas o acompañamiento académico, con el propósito de favorecer su permanencia y éxito escolar.

8.3. Evaluación colegiada del aprendizaje

La evaluación colegiada del aprendizaje constituye un mecanismo institucional orientado a garantizar la objetividad, consistencia y calidad en la valoración del logro de las competencias del estudiantado, mediante la participación organizada del personal docente en espacios académicos colegiados.

En el contexto del programa educativo, esta evaluación se concibe como un proceso complementario a la evaluación desarrollada en cada unidad de aprendizaje, cuyo propósito es generar información integral sobre el nivel de avance del estudiantado en distintos momentos de su trayectoria formativa, así como identificar fortalezas y áreas de oportunidad en la implementación del plan de estudios.

La evaluación colegiada se implementará a través de diversos instrumentos y mecanismos institucionales, tales como exámenes departamentales, exámenes de trayecto y exámenes de egreso, así como otras estrategias que las academias y cuerpos académicos determinen pertinentes. Estos instrumentos serán diseñados de manera colegiada, con base en criterios de desempeño alineados con las competencias del perfil de egreso y con los contenidos fundamentales de las unidades de aprendizaje.

Los exámenes departamentales permitirán verificar la homogeneidad de los aprendizajes en unidades de aprendizaje específicas, asegurando que los contenidos y competencias se estén abordando de manera consistente entre distintos grupos y docentes. Por su parte, los exámenes de trayecto estarán orientados a valorar el logro de competencias al cierre de una etapa de formación, mientras que los exámenes de egreso permitirán identificar el nivel de dominio de conocimientos y habilidades esenciales para el inicio del ejercicio profesional.

El análisis de los resultados de la evaluación colegiada se realizará en espacios académicos formales, como academias y cuerpos colegiados, lo que permitirá identificar

tendencias, detectar áreas críticas del currículo y generar acuerdos orientados a la mejora de los procesos de enseñanza y evaluación.

8.4. Uso de resultados y mejora continua

El sistema de evaluación del programa educativo se articula con un proceso permanente de mejora continua, en el cual los resultados obtenidos en las distintas evaluaciones se utilizan como insumo para la toma de decisiones académicas, curriculares y organizacionales, con el propósito de fortalecer la calidad y pertinencia de la formación.

En este sentido, la evaluación no se limita a la generación de información, sino que implica su análisis, interpretación y uso sistemático en la implementación de acciones de mejora. Para ello, la unidad académica establecerá un proceso estructurado que permita integrar los resultados de la evaluación del plan de estudios, la evaluación del aprendizaje, la evaluación colegiada, la evaluación docente, así como la información derivada del seguimiento de egresados y la opinión de empleadores.

El análisis de esta información se llevará a cabo en espacios colegiados, donde participarán academias, cuerpos académicos, responsables del programa educativo y autoridades académicas, con el fin de identificar tendencias, áreas de oportunidad, problemáticas recurrentes y buenas prácticas. Este análisis permitirá distinguir entre aspectos relacionados con el diseño curricular y aquellos vinculados con la operación del programa, facilitando la definición de acciones pertinentes.

Con base en este proceso, se establecerán acciones de mejora orientadas a fortalecer el plan de estudios, tales como la actualización de contenidos, la revisión de secuencias formativas, el ajuste de estrategias de enseñanza y evaluación, la capacitación docente, el fortalecimiento de los servicios de apoyo al estudiantado y la mejora de recursos e infraestructura.

Estas acciones serán implementadas con base en una planeación que contemple responsables, plazos e indicadores de seguimiento, lo que permitirá dar continuidad a los procesos de mejora y verificar su efectividad. Asimismo, los resultados del seguimiento se incorporarán a nuevos ciclos de evaluación, generando un proceso continuo de retroalimentación.

9. Proceso de validación curricular del plan de estudios

El proceso de validación curricular del presente plan de estudios constituye una etapa fundamental para garantizar su calidad, pertinencia y congruencia con las necesidades del entorno social, profesional y disciplinar, así como con los lineamientos institucionales de la Universidad Autónoma de Baja California. Este proceso permite someter la propuesta curricular a la revisión, análisis y dictamen de distintos órganos colegiados e instancias académicas, con el propósito de asegurar que su diseño, estructura y orientación formativa cumplan con los criterios establecidos para la formación profesional de calidad.

En este sentido, la validación curricular se desarrolla mediante un proceso sistemático y colegiado que integra la participación de actores internos y externos a la universidad, lo que favorece una valoración integral del plan de estudios desde múltiples perspectivas. Este proceso contempla la revisión por pares externos, quienes aportan una visión especializada y actualizada del campo disciplinar; el análisis del Consejo de Vinculación, que permite contrastar la pertinencia del programa con las necesidades del sector social, productivo y profesional; así como la revisión y aprobación por parte del Consejo Técnico de la unidad académica, órgano responsable de garantizar la calidad académica del programa.

De manera complementaria, la propuesta curricular es sometida al aval de instancias institucionales como la Coordinación General de Formación Profesional, la cual verifica su congruencia con el modelo educativo, los lineamientos curriculares y la normatividad universitaria. En el caso de programas en modalidad semipresencial o a distancia, se incorpora además la evaluación del Centro de Investigación para el Aprendizaje Digital, con el fin de asegurar la calidad pedagógica y tecnológica de la propuesta en entornos virtuales.

Se reconoce que este proceso de validación curricular garantiza que el plan de estudios sea resultado de un ejercicio riguroso, colegiado y fundamentado, que integra distintas perspectivas y niveles de análisis, fortaleciendo su pertinencia, viabilidad operativa y alineación con los principios institucionales. Asimismo, permite consolidar una

propuesta formativa sólida, orientada al logro del perfil de egreso y a la formación de profesionistas capaces de responder a los desafíos contemporáneos de su campo disciplinar.

9.1. Evaluación por pares externos



Department of Biosciences

Shaped by the past, creating the future

Asunto: Revisión de la Propuesta de Modificación del programa de Lic. en Biología de la Universidad Autónoma de Baja California

Datos Generales de la Revisión

- **Nombre de Persona Evaluadora:** Dra. Alma Lissette S. Quiñones
- **Institución:** Durham University
- **Área de Adscripción:** Department of Biosciences
- **Fecha de Revisión:** 22 de abril de 2026

Instrucciones: Analice cada apartado del documento y marque la opción que mejor describa el nivel de cumplimiento del criterio (Sí, Parcialmente, No). Utilice la columna de "Observaciones y Sugerencias" para elaborar sobre su respuesta y proponer mejoras específicas.

I. Introducción y Justificación (Fundamentación)

Evalúa el sustento de la creación o modificación del plan de estudios a partir de los diagnósticos y necesidades del entorno.

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
1. Claridad de la propuesta: ¿La introducción expone claramente los antecedentes, causas y el propósito del cambio en el plan de estudios?	☒	☐	☐	
2. Fundamentación Social: ¿Se identifican y atienden problemáticas urgentes de la región (ej. crisis socioambiental, incertidumbre taxonómica, escasez de recursos)?	☒	☐	☐	
3. Fundamentación de la Profesión: ¿Se delimita la evolución,	☒	☐	☐	

Durham University, Upper Mountjoy, Stockton Road, Durham, DH1 3LE
www.durham.ac.uk/biosciences
 Durham University is the trading name of the University of Durham





Durham
University

Department of Biosciences

Shaped by the past, creating the future

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
las tendencias tecnológicas y los campos de acción proyectados para el profesional en las ciencias biológicas?				
4. Fundamentación Institucional: ¿Se integran de forma evidente los resultados de las evaluaciones previas y las expresiones de empleadores, egresados, docentes y estudiantes?	☒	☐	☐	

II. Estructura del Plan de Estudios

Evalúa la coherencia interna de los perfiles, las etapas de formación y el mapa curricular.

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
5. Perfil de Ingreso y Egreso: ¿Las competencias profesionales del perfil de egreso responden directamente a las necesidades planteadas en la fundamentación?	☒	☐	☐	
6. Mapa Curricular: ¿Es lógica, progresiva y articulada la distribución de las unidades de	☒	☐	☐	





Durham
University

Department of Biosciences

Shaped by the past, creating the future

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
aprendizaje a lo largo de las etapas Básica, Disciplinaria y Terminal?				
7. Áreas de Conocimiento: ¿La integración de las áreas de enfoque refleja adecuadamente el carácter transdisciplinario requerido en la actualidad?	☒	☐	☐	
8. Flexibilidad: ¿La proporción entre créditos obligatorios y optativos fomenta adecuadamente la flexibilidad curricular?	☒	☐	☐	

III. Filosofía Educativa y Operación del Programa

Evalúa la alineación con el modelo institucional y la factibilidad de implementación.

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
9. Modelo Educativo: ¿El documento articula correctamente la propuesta con principios de humanismo, constructivismo y aprendizaje a lo largo de la vida?	☒	☐	☐	





Durham
University

Department of Biosciences

Shaped by the past, creating the future

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
10. Modalidades de Aprendizaje: ¿Están descritas con claridad las opciones para la obtención de créditos (ej. ayudantías, proyectos de vinculación, prácticas profesionales)?	☒	☐	☐	
11. Factibilidad Técnica y Humana: ¿Los requerimientos de implementación (perfil de la planta docente, laboratorios, estaciones de campo) son congruentes y viables?	☒	☐	☐	

IV. Sistema de Evaluación y Referencias

Evalúa los mecanismos de aseguramiento de calidad y rigor académico del documento.

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
12. Evaluación del Aprendizaje: ¿Están claramente definidos los mecanismos e instrumentos para evaluar el logro de las competencias en el estudiantado?	☐	☒	☐	Se adjunta la revisión pertinente para ciertos PUA
13. Evaluación del Plan: ¿Existen lineamientos claros para el	☒	☐	☐	

Handwritten signature



Durham
University

Department of Biosciences

Shaped by the past, creating the future

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
seguimiento y evaluación continua del currículo implementado?				

V. Conclusión y comentarios

Principales Fortalezas de la Propuesta:

- El plan de estudios abarca áreas fundamentales para una licenciatura en Biología sólida y actualizada. Incluye unidades de aprendizaje indispensables para el adecuado desempeño de futuras biólogas y biólogos, particularmente en ámbitos interdisciplinarios como los sistemas socioecológicos, la bioinformática, la bioética y la política ambiental. Además de cubrir materias que constituyen la base de la formación disciplinaria, se observa un acierto en el balance entre cursos clásicos e interdisciplinarios desde las etapas básicas hasta la terminal. La incorporación del ser humano como parte del contenido temático en varios cursos representa una mejora importante respecto de planes de estudio previos.
- Las cuatro áreas del conocimiento contempladas en el plan resultan pertinentes y necesarias para la formación de profesionistas capaces de enfrentar retos globales como el cambio climático, la reducción de los servicios ecosistémicos, el surgimiento de nuevos bionegocios y la necesidad de una inserción laboral flexible, ya sea en ámbitos establecidos o en espacios emergentes de desempeño profesional.
- Se valora la inclusión de estrategias orientadas al aprendizaje, así como al manejo de expectativas y del desempeño estudiantil. Esto puede contribuir positivamente a una formación más clara, acompañada y estructurada.

Principales Áreas de Oportunidad / Riesgos Detectados:

- Aunque la priorización de contenidos en tiempo restringido representa un reto inherente al diseño curricular, algunos PUA se beneficiarían de una ampliación en las horas asignadas. La reducción del tiempo disponible para transferir los conocimientos necesarios al estudiantado plantea un desafío tanto para el docente como para el propio proceso de aprendizaje, con el riesgo de favorecer un abordaje superficial o, en sentido contrario, de omitir contenidos importantes para la formación de la bióloga o el biólogo del futuro.
- Sería recomendable mantener y fortalecer áreas de innovación, en línea con la evolución de las ciencias biológicas a nivel internacional, particularmente en la etapa

Durham University, Upper Mountjoy, Stockton Road, Durham, DH1 3LE
www.durham.ac.uk/biosciences
Durham University is the trading name of the University of Durham



Department of Biosciences

disciplinaria y terminal; esto para favorecer el análisis de sistemas biológicos diversos y promover competencias transferibles en contextos académicos y profesionales.

- Existe margen para fortalecer los esquemas de evaluación en ciertas áreas de aprendizaje, especialmente en aquellas donde el estudiantado puede ejercitar la toma de decisiones, la resolución de problemas y la aplicación de conceptos más allá de la memorización de información.

Comentarios generales de la persona evaluadora

Se adjunta documento de revisión particular de algunos PUA.

Atentamente



Dra. Alma Lissette S. Quinones
Research Associate
Durham University
vsfv98@durham.ac.uk



Durham
University

Department of Biosciences

Shaped by the past, creating the future

22 Abril 2026

Revisión PUA-Bioinformatics

Propuesta de Plan de Estudios de Lic. Biología 2026

La propuesta es relevante ya que expone una variedad amplia de herramientas que son ampliamente utilizadas por la comunidad científica y open-source. El uso de casos específicos para ejemplificar cada herramienta es demostrativo y facilita la transferencia de conocimiento de manera práctica en un tiempo limitado. Es evidente que para impartir lo más posible en un solo curso, se ha optado por proveer los tópicos de manera general, para centrarse después en casos o herramientas bioinformáticas específicas. Sin embargo, se percibe que el PUA prioriza la ejecución de procesos guiados sobre el desarrollo de habilidades en programación, selección de parámetros, troubleshooting, justificación de métodos bioinformáticos o razonamiento independiente y analítico. Como resultado, existe el riesgo de que los estudiantes aprendan a reproducir recetas más que adquirir competencias bioinformáticas. Esto podría limitar su formación posterior en un campo que evoluciona de manera constante y que probablemente cambiará aun más con el desarrollo y aplicación de la inteligencia artificial.

Se concluye con base en los siguientes puntos:

- El curso cubre áreas clave de la bioinformática moderna, incluyendo ADN, ARN, proteínas y análisis poblacional.
- El uso de herramientas abiertas y reconocidas por la comunidad científica internacional es pertinente y actualizado.
- El enfoque de enseñanza utilizando casos específicos puede ser lo recomendable, particularmente si se imparte solamente un curso de bioinformática.
- La amplitud de los temas es ambiciosa para el tiempo disponible, lo que pudiera limitar la profundidad del aprendizaje o favorecer el aprendizaje superficial.
- La formación en programación parece insuficiente o no es lo suficientemente explícita en el PUA. La programación es un componente fundamental en bioinformática; sin embargo, no es claro el nivel de programación que los estudiantes alcanzarán, particularmente para sostener el nivel de análisis que el curso pretende desarrollar. Por ejemplo, se menciona brevemente Python o Perl, pero no se especifica el contenido temático o aplicaciones concretas. Esto es relevante porque se espera que el curso cubra GWAS, expresión diferencial, clustering o análisis genómico, mientras que el PUA solo presenta una sección reducida de fundamentos en programación y se mencionan algunos paquetes (qman o tidyverse), no se define el nivel de habilidades a desarrollar, como scripting, manipulación de datos, manejo de diversos tipos de

Durham University, Upper Mountjoy, Stockton Road, Durham, DH1 3LE
www.durham.ac.uk/biosciences
Durham University is the trading name of the University of Durham

Department of Biosciences

datos, desarrollo en línea de comandos o la reproducción de flujos bioinformáticos (pipelines).

- El PUA presenta una estructura definida y competencia general. Se sugiere mencionar de manera más explícita qué fundamentos conceptuales y computacionales debe dominar el estudiante más allá del uso puntual de software o herramientas de interfaz amigable en línea.
- Es acertado que el curso se imparta en inglés, dada la naturaleza de las herramientas disponibles para un bioinformático/a.

Revisión PUA- Sistemas Socioecológicos
Propuesta de Plan de Estudios de Lic. Biología 2026

El plan de estudios tiene una base conceptual adecuada y una estructura lógica. Sin embargo, en su forma actual resulta general y poco explícita para dejar claro qué contenidos concretos se cubrirán en cada tema. Presenta bien las intenciones formativas, como la interdisciplinariedad, el pensamiento crítico y la responsabilidad social, pero no precisa los conceptos, los marcos teóricos o metodologías, ni los criterios de evaluación que orientarán el aprendizaje del estudiante. Por tal razón, da la impresión de ser un esquema amplio de objetivos y actividades más que un programa de estudios delimitado. En ese sentido, puede considerarse un documento con potencial para funcionar como un programa universitario y que se beneficiaría de contar con mayor claridad académica y operativa.

En específico, se consideraron los siguientes puntos de la propuesta:

- La estructura del curso es lógica y progresiva: Va de los conceptos básicos y paradigmas ambientales hacia la aplicación del enfoque socioecológico en casos particulares.
- El enfoque interdisciplinario es evidente: El programa reconoce adecuadamente que los problemas ambientales no pueden entenderse solo desde la ecología, sino que se tienen que considerar dimensiones sociales, económicas y políticas.
- La inclusión de casos de estudio y prácticas de campo fortalece la propuesta, favoreciendo que el estudiante aplique los contenidos específicos aprendidos en el aula a contextos reales.
- Atención a lo local y regional: Permite que el curso tenga pertinencia territorial y que el análisis de los socioecosistemas tenga cercanía o que el estudiante se identifique con los casos analizados.
- La inclusión de estrategias participativas puede ser muy útil si se definen mejor sus alcances: las actividades mencionadas (análisis en equipo, juego de roles o estudio de

Department of Biosciences

casos) tienen potencial para desarrollar habilidades de argumentación (por ejemplo, análisis de actores) si se precisa qué capacidad analítica debe demostrar el estudiante.

- Los contenidos aparecen como encabezados amplios, no como contenidos desarrollados. Aunque se mencionan conceptos pertinentes (“funciones ecológicas”, “servicios ecológicos” o “modelos de gestión”) y no se espera tener un detalle profundo de cada apartado, es necesario precisar qué dimensiones, clasificaciones o enfoques a problemas concretos se abordarán. Esto dificulta identificar con claridad el alcance académico de cada tema.
- Se observa una disparidad entre las competencias planteadas y el nivel de detalle del contenido. Se espera que el alumno diseñe estrategias de gestión o analice gobernanza, pero no se explica con qué herramientas conceptuales o metodológicas llegará a hacerlo.
- Faltan referentes teóricos o marcos analíticos concretos.
En un curso de sistemas socioecológicos sería útil indicar qué enfoques conceptuales se trabajarán y cómo se aplicarán. Por ejemplo, si se abordara gobernanza, qué aspectos se cubrirán, como arreglos institucionales, participación de actores, toma de decisiones o relaciones de poder.
- La redacción del PUA sugiere más lenguaje institucional que precisión académica. Se incluyen acertadamente expresiones como actitud crítica, reflexiva y responsable, pero ello no debe sustituir la definición clara de contenidos y alcances.

Formato de Revisión por Pares: Propuesta de Modificación Curricular

Datos Generales de la Revisión

- **Nombre de Persona Evaluadora:** Dr. José Manuel Aguilar Yáñez
- **Institución:** Instituto Gould-Stephano, A.C., / Polybion, S.L.
- **Área de Adscripción:** Presidencia / Investigación y Desarrollo
- **Fecha de Revisión:** 22 de abril de 2026

Instrucciones: Analice cada apartado del documento y marque la opción que mejor describa el nivel de cumplimiento del criterio (Sí, Parcialmente, No). Utilice la columna de "Observaciones y Sugerencias" para elaborar sobre su respuesta y proponer mejoras específicas.

I. Introducción y Justificación (Fundamentación)

Evalúa el sustento de la creación o modificación del plan de estudios a partir de los diagnósticos y necesidades del entorno.

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
1. Claridad de la propuesta: ¿La introducción expone claramente los antecedentes, causas y el propósito del cambio en el plan de estudios?	☒	☐	☐	El diagnóstico es contundente y académicamente sólido. Se articula con claridad la urgencia de abandonar modelos meramente descriptivos para transitar hacia la genómica, la bioinformática y la biotecnología aplicada. El documento reconoce atinadamente las tendencias globales del sector.
2. Fundamentación Social: ¿Se identifican y atienden problemáticas urgentes de la región (ej. crisis socioambiental, incertidumbre taxonómica, escasez de recursos)?	☒	☐	☐	Es un acierto la identificación de la crisis climática, la pérdida de servicios ecosistémicos y la necesidad de soberanía biomédica. Como representantes del

INSTITUTO
GOULD-STEPHANO

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
				sector productivo, coincidimos en que la región requiere soluciones biotecnológicas aplicadas a la farmacología, la agricultura y el control de patógenos, más allá de la mera preservación pasiva.
3. Fundamentación de la Profesión: ¿Se delimita la evolución, las tendencias tecnológicas y los campos de acción proyectados para el profesional en las ciencias biológicas?	☒	☐	☐	Extraordinario mapeo de las tendencias internacionales. El reconocimiento de herramientas como CRISPR-Cas9, genómica poblacional y análisis de <i>Big Data</i> demuestra que los diseñadores comprenden que el biólogo moderno es, en esencia, un científico de datos integrativo
4. Fundamentación Institucional: ¿Se integran de forma evidente los resultados de las evaluaciones previas y las expresiones de empleadores, egresados, docentes y estudiantes?	☒	☐	☐	Sí. La inclusión explícita de la voz de empleadores y egresados es notoria. Refleja fielmente la exigencia del sector privado por biólogos con habilidades de gestión de proyectos, mayor rigor técnico, capacidad de programación y habilidades blandas directivas

II. Estructura del Plan de Estudios

Evalúa la coherencia interna de los perfiles, las etapas de formación y el mapa curricular.

The Future Is Alive

INSTITUTO
GOULD-STEPHANO

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
5. Perfil de Ingreso y Egreso: ¿Las competencias profesionales del perfil de egreso responden directamente a las necesidades planteadas en la fundamentación?	☐	☒	☐	El perfil es sumamente ambicioso al prometer que el egresado podrá diseñar estrategias biotecnológicas innovadoras. No obstante, corre el riesgo de volverse inalcanzable. En la industria, la competencia se demuestra de forma empírica; dudo que el egresado consolide este perfil técnico si su formación práctica se ve mermada por carencias de equipamiento material
6. Mapa Curricular: ¿Es lógica, progresiva y articulada la distribución de las unidades de aprendizaje a lo largo de las etapas Básica, Disciplinaria y Terminal?	☐	☒	☐	La eliminación del antiguo tronco común genérico es un acierto rotundo. La lógica disciplinar es correcta; sin embargo, la transición a una etapa terminal altamente especializada e intensiva en análisis de datos computacionales (modelado, <i>Bioinformatics</i> , <i>Biología de Sistemas</i>) corre peligro de desarticularse operativamente si no existen los servidores ni las licencias de <i>software</i> vigentes requeridas
7. Áreas de Conocimiento: ¿La integración de las áreas de enfoque refleja adecuadamente el carácter	☒	☐	☐	Destacable el salto de calidad académica. Transitar hacia una taxonomía

INSTITUTO
GOULD-STEPHANO

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
transdisciplinario requerido en la actualidad?				integrativa (molecular y morfológica) y formalizar una línea madura de <i>Biología Molecular y Biotecnología</i> elimina las redundancias históricas. La creación del área de <i>Sistemas Socioecológicos</i> formaliza una visión interdisciplinaria muy necesaria para lidiar con el marco normativo real
8. Flexibilidad: ¿La proporción entre créditos obligatorios y optativos fomenta adecuadamente la flexibilidad curricular?	☒	☐	☐	La reestructuración es un gran avance. Mantener 66 créditos optativos en la etapa terminal para la obtención de "Certificados" permite al estudiante crear un perfil a la medida (muy al estilo de las "Concentraciones" que manejábamos en el ITESM), lo que favorece una inserción laboral más ágil y competitiva.

III. Filosofía Educativa y Operación del Programa

Evalúa la alineación con el modelo institucional y la factibilidad de implementación.

INSTITUTO
GOULD-STEPHANO

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
9. Modelo Educativo: ¿El documento articula correctamente la propuesta con principios de humanismo, constructivismo y aprendizaje a lo largo de la vida?	☐	☒	☐	El discurso pedagógico es excelente en papel. Pero en áreas tecnológicas, sugiero abandonar los "estudios de caso" teóricos y formalizar un modelo de <i>Aprendizaje Basado en Retos</i> (Challenge-Based Learning), donde los alumnos interactúen directamente con problemáticas reales aportadas por empresas biotecnológicas o instituciones del estado.
10. Modalidades de Aprendizaje: ¿Están descritas con claridad las opciones para la obtención de créditos (ej. ayudantías, proyectos de vinculación, prácticas profesionales)?	☒	☐	☐	Aplauzo de pie la decisión de elevar el peso de las Prácticas Profesionales a 15 créditos obligatorios. En el corporativo, esta inmersión es nuestra principal vía de reclutamiento temprano. Sugiero fomentar esquemas agresivos de incubación de "start-ups" tecnológicas (spin-offs universitarias) como modalidades integrales de egreso
11. Factibilidad Técnica y Humana: ¿Los requerimientos de implementación (perfil de la planta docente, laboratorios, estaciones de campo) son congruentes y viables?	☐	☐	☒	Inviabile en las condiciones actuales. Resulta alarmante la profunda brecha entre un currículo del primer mundo y la infraestructura descrita. Si bien se exigen 57 horas de

INSTITUTO
GOULD-STEPHANO

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
				Taller y el uso de la IA, la infraestructura material y de laboratorios luce francamente obsoleta e insuficiente . Formar biotecnólogos exige más que pipetas básicas; requiere secuenciadores, servidores bioinformáticos dedicados, reactivos de biología molecular y licencias actualizadas. Sin una inyección presupuestal radical e inmediata por parte de rectoría, este plan será letra muerta.

IV. Sistema de Evaluación y Referencias

Evalúa los mecanismos de aseguramiento de calidad y rigor académico del documento.

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
12. Evaluación del Aprendizaje: ¿Están claramente definidos los mecanismos e instrumentos para evaluar el logro de las competencias en el estudiantado?	☐	☒	☐	El portafolio de evidencias y las rúbricas son adecuados, pero en asignaturas de alto nivel tecnológico (<i>Biología Sintética, Genética Molecular</i>) la evaluación debe estar condicionada a la generación de productos viables (prototipos, patentes, <i>pipelines</i> reproducibles) y no solo a ensayos reflexivos o exámenes

INSTITUTO GOULD-STEPHANO

Criterio a evaluar	Sí	Parcial	No	Observaciones y Sugerencias
				teóricos que midan memorización
13. Evaluación del Plan: ¿Existen lineamientos claros para el seguimiento y evaluación continua del currículo implementado?	☐	☒	☐	Las evaluaciones programadas a los primeros y cuartos años de implementación son lentas para los ciclos de innovación tecnológica. Recomiendo vehementemente la instalación de un <i>Consejo Consultivo Empresarial</i> , con líderes del sector biotecnológico nacional, para auditar anualmente la pertinencia tecnológica del plan y las competencias reales de los egresados.

V. Conclusión y comentarios

Principales Fortalezas de la Propuesta:

- La depuración del tronco común y la decisión de dotar de horas Taller al currículo (reduciendo las clases magistrales tradicionales) alinea la carrera con las verdaderas exigencias de la genómica y la ecología cuantitativa modernas.
- La integración transversal del emprendimiento científico, el marco legal y el enfoque ético en sistemas socioecológicos asegura un perfil egresado mucho más competente para el liderazgo corporativo y la gestión de conflictos.

Principales Áreas de Oportunidad / Riesgos Detectados:

- El éxito de la transición a un modelo con menos horas teóricas y más horas de taller exigirá un acompañamiento y capacitación docente intensiva para asegurar que la didáctica en el aula efectivamente transite hacia metodologías activas.
- Es fundamental asegurar de forma explícita que la proyección presupuestal blinde la adquisición de licencias de software multianuales para sostener la demanda del eje bioinformático y geoespacial, así como la modernización del equipo de laboratorios y el suministro de reactivos y consumibles.

The Future Is Alive

INSTITUTO GOULD-STEPHANO

Comentarios generales de la persona evaluadora

El Plan de Estudios 2027-1 presenta una arquitectura curricular conceptualmente magistral. Celebro particularmente el reconocimiento explícito del emprendimiento y la innovación biomolecular. Sin embargo, como egresado y actual representante de la industria, debo emitir una advertencia crítica fundamental: un currículo de vanguardia no puede ejecutarse en laboratorios del pasado. Si la Universidad Autónoma de Baja California no garantiza una inversión sostenida para modernizar drásticamente su equipamiento científico y computacional, esta excelente propuesta se quedará meramente en el papel. El mercado necesita biotecnólogos de ejecución técnica, no teóricos formados sin recursos.

Atentamente


Dr. José Manuel Aguilar Yáñez

— The Future Is Alive —

En la tabla 23 se integran observaciones de los pares externos relacionadas con el plan de estudios y la atención dentro de la propuesta de modificación curricular.

Tabla 23.

Atención de observaciones de pares externos.

Observaciones	Resolución o justificación
Evaluadora 1 (Dra. Alma L. Sánchez Quiñonez – Durham University)	
Priorización de contenidos (General): El tiempo disponible (8 semestres) para el programa plantea un desafío para transferir conocimientos, con el riesgo de favorecer un abordaje superficial u omitir contenidos importantes para la formación del biólogo.	Justificación: El rediseño asume este reto al transitar de un modelo enciclopédico a uno basado en el "saber hacer". Al transferir gran parte de la carga a Horas Taller y de Laboratorio, no se busca cubrir todos los temas de manera teórica, sino dotar al estudiante de las herramientas metodológicas y de autoaprendizaje necesarias para profundizar en los contenidos de forma autónoma. Además, al abandonar el tronco común con programas poco afines, se aumentó el contenido propio de la disciplina.
Áreas de innovación (General): Sería recomendable mantener y fortalecer áreas de innovación, en línea con la evolución internacional, particularmente en la etapa disciplinaria y termina	Atendida: Se fortaleció la innovación tecnológica transversalmente y se consolidaron áreas de vanguardia. En la etapa disciplinaria se integró <i>Bioinformatics</i> como obligatoria, y en la etapa terminal se maximizó la flexibilidad ofreciendo un certificado mediante optativas altamente innovadoras como <i>Biología Sintética</i> y <i>Biología de Sistemas</i> .
Esquemas de evaluación (General): Existe margen para fortalecer los esquemas de evaluación en áreas donde el estudiantado ejerce la toma de decisiones, resolución de problemas y aplicación de conceptos más allá de la memorización	Atendida: Las nuevas unidades de aprendizaje de la etapa terminal (como <i>Sistemas Socioecológicos</i>) están diseñadas específicamente bajo el aprendizaje basado en problemas y estudio de casos reales. Además, al aumentar las Prácticas Profesionales a 15 créditos, se garantiza una evaluación directa de la toma de decisiones en el entorno laboral real.
Falta de profundidad en programación (PUA Bioinformatics): La formación en programación parece insuficiente o poco explícita; no es claro el nivel que alcanzarán para sostener los análisis, y se prioriza reproducir "recetas" con software amigable en línea	Atendida: el uso de desarrollo en línea de comandos (ej. R o Python) se aborda en Unidades de Aprendizaje anteriores como Bioestadística I y II. El objetivo es asegurar que adquieran razonamiento analítico y no solo manejo de interfaces visuales.
Exceso de temas frente al tiempo (PUA Bioinformatics): La amplitud de los temas es ambiciosa para el tiempo disponible, lo que podría limitar la profundidad o favorecer un aprendizaje superficial	Justificación: La materia está concebida como un curso integrador (hub) generalista. La profundidad específica en temas genómicos se delegará a los conocimientos adquiridos en la etapa básica (<i>Bioestadística I y II</i>) y se

Observaciones	Resolución o justificación
	complementará en las materias optativas de especialización en la etapa terminal.
Ausencia de marcos teóricos y metodológicos (PUA Sistemas Socioecológicos): El programa no precisa conceptos, marcos teóricos, metodologías ni criterios de evaluación. Faltan referentes analíticos concretos (ej. si se aborda gobernanza, precisar arreglos institucionales o relaciones de poder)	Atendida: Se enriqueció el PUA incluyendo los marcos analíticos específicos (teoría de gobernanza, justicia ambiental y toma de decisiones). Al ser la materia que consolida el cambio paradigmático del plan, se detallarán las herramientas metodológicas para que el alumno pueda diseñar estrategias de gestión comprobables.
Estrategias participativas indefinidas (PUA Sistemas Socioecológicos): La inclusión de casos de estudio y estrategias participativas (análisis en equipo, juego de roles) es útil, pero necesitan definir mejor sus alcances y qué capacidad analítica debe demostrar el estudiante	Atendida: Se reestructuró el apartado de estrategias didácticas para vincular cada actividad (como el juego de roles) con rúbricas claras de evaluación, indicando exactamente qué habilidades de argumentación y resolución de conflictos socioambientales debe demostrar el estudiante.
Redacción y lenguaje (PUA Sistemas Socioecológicos): Los contenidos aparecen como encabezados demasiado amplios. La redacción sugiere más un lenguaje institucional que precisión académica	Atendida: Se realizará una revisión exhaustiva de los contenidos temáticos para sustituir la terminología puramente institucional por conceptos académicos rigurosos, desglosando los encabezados generales en dimensiones y clasificaciones concretas para delimitar su alcance real.
Evaluador 2 (Dr. José Manuel Aguilar Yañez – Instituto Gould-Stephano, Polybion, S.L.)	
Factibilidad Técnica e Infraestructura: Resulta alarmante la brecha entre un currículo de vanguardia y la infraestructura física descrita, la cual luce obsoleta. Formar biotecnólogos exige secuenciadores, reactivos, servidores y licencias actualizadas.	Atendida / Justificación: Se reconoce el reto material. Para atender el rezago en infraestructura física, la Academia de Biología está trabajando activamente en conjunto con las autoridades de la Facultad para solventar gradualmente esta brecha, asegurando la adquisición progresiva de reactivos y equipos de precisión. Por otro lado, respecto a la infraestructura digital y de <i>software</i> , el plan es totalmente viable en la actualidad. Las 57 horas Taller exigidas se sostienen en el uso de software de acceso libre (open-source) y herramientas gratuitas (como R, Python, QGIS, plataformas como Galaxy y bases de datos públicas como NCBI y GenBank). Existe suficiente disponibilidad de paquetería abierta de alto nivel en la comunidad científica para ejecutar simulaciones y análisis de datos genómicos masivos sin depender de licencias privativas costosas.

Observaciones	Resolución o justificación
Modelo Educativo (Aprendizaje Basado en Retos): Se sugiere abandonar los "estudios de caso" puramente teóricos en asignaturas tecnológicas y formalizar un modelo de Aprendizaje Basado en Retos interactuando directamente con problemáticas aportadas por empresas del sector.	Atendida: El currículo ya contempla una inmersión directa en escenarios reales del sector productivo mediante la modalidad de Proyectos Vinculados con Valor en Créditos (PVVC) . Además, el aumento de las Prácticas Profesionales a 15 créditos obligatorios asegura que el estudiantado resuelva problemas dictados por empleadores reales antes de egresar. Se instruirá a las academias para privilegiar el aprendizaje basado en la resolución de problemas industriales.
Evaluación del Aprendizaje (Productos viables vs. Memorización): En asignaturas de alto nivel tecnológico, la evaluación debe estar condicionada a la generación de productos viables (prototipos, <i>pipelines</i> reproducibles) y no solo a exámenes que midan memorización.	Atendida: El enfoque por competencias del nuevo plan transita explícitamente hacia la "evaluación basada en el desempeño" y la "evaluación auténtica" mediante rúbricas y portafolios de evidencias. En las Unidades de Aprendizaje tecnológicas (ej. <i>Bioinformatics</i> o <i>Biología Sintética</i>), las prácticas exigen como producto final la entrega de simulaciones <i>in silico</i> , ensamblajes genéticos y análisis de datos funcionales, erradicando el examen memorístico como única vía de acreditación.
Flexibilidad y Perfil de Egreso: El perfil promete egresados capaces de diseñar estrategias biotecnológicas innovadoras. Se requiere asegurar esquemas ágiles de especialización para que el alumno no se diluya en un currículo rígido.	Atendida: La flexibilidad curricular es uno de los ejes de esta modificación. Al reducir la carga obligatoria a 275 créditos y ampliar a 66 créditos optativos en la Etapa Terminal (con un enfoque de formación por Certificados o "Concentraciones"), el estudiantado podrá construir un perfil técnico a la medida de los requerimientos específicos de la industria biotecnológica y biofarmacéutica.
Evaluación y Seguimiento del Plan (Consejo Consultivo): Las evaluaciones programadas a los 1 y 4 años son lentas para los veloces ciclos de innovación tecnológica. Se recomienda instalar un Consejo Consultivo Empresarial permanente para auditar anualmente la pertinencia del plan.	Atendida: El documento rector de evaluación indica un seguimiento integral y formal estructurado por años. Sin embargo, se reconoce la pertinencia de mantener un canal dinámico con el sector empleador. Para esto, la Facultad cuenta con un Consejo de Vinculación en el que participan empleadores.

Fuente: Elaboración propia.

9.2. Opinión técnica del Consejo de Vinculación

ACTA DE SESIÓN EXTRAORDINARIA DEL CONSEJO DE VINCULACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

FECHA: Lunes 3 de agosto de 2026

HORA DE INICIO: 10:00 am | **HORA DE CIERRE:** 11:14 am

MODALIDAD: Sesión Virtual (Videoconferencia institucional)

Siendo las 10:00 horas del día 3 de agosto de 2026, las personas integrantes del Consejo de Vinculación de la Facultad de Ciencias se reunieron en sesión ordinaria, a través del sistema de videoconferencia Google Meet, para atender la convocatoria emitida por el director Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares, bajo el siguiente:

Orden del Día

1. Bienvenida y lista de asistencia.
2. Aprobación del Orden del Día.
3. Presentación del resumen de las valoraciones técnicas y recomendaciones de mejora emitidas para las propuestas de modificación de los programas educativos: Biología, Física y Ciencias Computacionales.
4. Observaciones y retroalimentación sobre el informe general presentado.
5. Emisión de Acuerdos en general y para cada programa educativo.
6. Clausura de la sesión y firma de la Minuta/Acta.

----- DESAHOGO DEL ORDEN DEL DÍA -----

1. Bienvenida y lista de asistencia

El Director da la bienvenida a la sesión del Consejo de Vinculación, agradeciendo la atención al citatorio, cuyo punto principal es la presentación de las valoraciones técnicas y recomendaciones de mejora emitidas para las propuestas de modificación de los programas educativos: Biología, Física y Ciencias Computacionales.

Se procede a tomar lista de asistencia, y se solicita a cada persona integrante hacer una breve presentación de su persona.

Posterior a la presentación, se establece que se cuenta con la presencia de 11 consejeros, y con la presencia de las tres personas invitadas, quienes están coordinando los esfuerzos para la modificación de los planes de estudios de los programas educativos de licenciatura en Biología, en Física y en Ciencias Computacionales, quienes brindarán retroalimentación respecto a las observaciones realizadas sobre cada uno de los planes de estudio.

2. Aprobación del Orden del Día

El Director da lectura al orden del día y solicita al pleno externen si existe algún comentario o propuesta de modificación. Al no haber comentarios, se somete a votación y se aprueba por unanimidad.

Luis M. Pellegrini

Leonor de la Rosa

3. Presentación del resumen de las valoraciones técnicas y recomendaciones de mejora emitidas para las propuestas de modificación de los programas educativos: Biología, Física y Ciencias Computacionales

El Director da lectura al documento "Informe General de Valoración Técnica de las Propuestas de Modificación de los Planes de Estudio de Licenciatura (2027-1) de la Facultad de Ciencias" el cual fue previamente compartido con todas las personas integrantes del Consejo, vía un repositorio compartido en GDrive. Posteriormente, pregunta si hay alguna duda o comentario. Al no haberlo, se procede con el siguiente punto.

4. Observaciones y retroalimentación sobre el informe general presentado

El Director comunica que a partir de los informes de valoración técnica de cada uno de los programas educativos, se solicitó a las personas responsables de la modificación de cada programa educativo, iniciar con un documento de respuesta a las observaciones y retroalimentación brindadas por las personas revisoras.

Posteriormente, solicita a cada una de ellas, que comente respecto a cómo se están atendiendo, o proponiendo atender, las observaciones realizadas por los revisores.

Acto seguido, solicita la participación de cada persona coordinadora de modificación, y a cada persona revisora, sus comentarios y observaciones al respecto.

Se presentan las síntesis de las valoraciones técnicas emitidas por las y los revisores externos, así como la forma en que éstas se están atendiendo. A continuación se presenta un breve resumen de estas participaciones:

Licenciatura en Biología: Presentación del dictamen de la M.C. Verónica Meza López y Dr. J. Sebastián Gómez Cavazos, con respuesta por parte del Dr. Julio Enrique Valencia Suárez. Se enfatiza la pertinencia de los Sistemas Socioecológicos, recomendando reforzar el aspecto de prácticas de laboratorio integradoras, vinculación industrial/empresarial y actualización de normativas ambientales. Se presentan comentarios favorables sobre la propuesta por parte de la M.C. Verónica Meza López y la Mtra. Keiko Nishikawa Chávez.

Licenciatura en Física: Presentación del dictamen del Dr. Fernando Rojas Iñiguez, con respuesta por parte del Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes. Se destaca la solidez teórica y se explica la forma en que se atenderá la inconsistencia de las materias del Certificado en Computación Cuántica en el catálogo de optativas, además de prever la infraestructura para laboratorios experimentales. Se presentan comentarios favorables sobre la propuesta por parte del Dr. Fernando Rojas Iñiguez.

Licenciatura en Ciencias Computacionales: Presentación del dictamen de la Dra. Giovanna Martínez Arellano, con respuesta por parte de la Dra. María Victoria Meza Kubo. Se resalta la alineación con tendencias globales y se subraya incorporar lineamientos sobre el uso ético de la inteligencia artificial generativa y fomentar el trabajo interdisciplinario. Se presentan comentarios generales por parte del Director.

Lic. M. P. Aragón

[Signature]

[Signature]

[Signature]
Ulises De la Rosa

[Signature]

[Signature]

[Signature]

5. Emisión de Acuerdos en general y para cada programa educativo

Una vez agotado el punto anterior, se procede a votación de los siguientes acuerdos:

- a) Aprobar de manera favorable la valoración técnica de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del programa de Licenciatura en Biología, integrando las recomendaciones realizadas.
Se somete a votación, y se aprueba por unanimidad.
- b) Aprobar de manera favorable la valoración técnica de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del programa de Licenciatura en Física, integrando las recomendaciones realizadas.
Se somete a votación, y se aprueba por unanimidad.
- c) Aprobar de manera favorable la valoración técnica de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del programa de Licenciatura en Ciencias Computacionales, integrando las recomendaciones realizadas.
Se somete a votación, y se aprueba por unanimidad.
- d) Aprobar de manera favorable el documento del Informe General de Valoración Técnica de las Propuestas de Modificación de los Planes de Estudio de Licenciatura (2027-1) de la Facultad de Ciencias.
Se somete a votación, y se aprueba por unanimidad.
- e) Aprobar de manera favorable el envío de los siguientes documentos al Dr. Antelmo Castro López, Jefe del Departamento de Diseño Curricular de la UABC, para su oportuno trámite ante la Comisión Permanente de Asuntos Técnicos del H. Consejo Universitario:
 - i) Informe General de Valoración Técnica de las Propuestas de Modificación de los Planes de Estudio de Licenciatura (2027-1) de la Facultad de Ciencias.
 - ii) Informe de Valoración Técnica de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del programa educativo de la Licenciatura en Biología.
 - iii) Informe de Valoración Técnica de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del programa educativo de la Licenciatura en Física.
 - iv) Informe de Valoración Técnica de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del programa educativo de la Licenciatura en Ciencias Computacionales.
 - v) Acta resultante de esta sesión del Consejo de Vinculación.Se somete a votación, y se aprueba por unanimidad.

6. Clausura de la sesión y firma de la Minuta/Acta

No habiendo más asuntos que tratar, el Director agradeció el apoyo de cada una y uno de los asistentes, así como el trabajo realizado en cada uno de los roles pertinentes, e informa que se redactará el acta de la sesión y se les enviará para su revisión, y posterior firma el mismo día de hoy. Finalmente, se da por concluida la sesión a las 11:14 horas del día de su inicio, firmando de conformidad las personas integrantes del Consejo de Vinculación que participaron en la reunión.

Luis M. Palleguiza

Lehua de la Rosa

Hoja de firmas del acta de la sesión extraordinaria del Consejo de Vinculación de la
Facultad de Ciencias, realizada el día 3 de agosto de 2026

Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares
Director de la Facultad de Ciencias - FC-UABC

Mtra. Keiko Nishikawa Chávez
Grupo Pando / Bodegas de Santo Tomás, externo Biología

MC. Verónica Consuelo Meza López
Directora PNSSPM - CONANP, externo MEZA

Dr. Fernando Rojas Íñiguez
CNyN - UNAM, Ext. (Física)

Dr. Gonzalo De León Girón
Coordinador de Formación Profesional - FC-UABC, interno Biología

Dra. Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Subdirectora de la Facultad de Ciencias - FC-UABC, interno Física

Dra. Brenda Leticia de la Rosa Navarro
Coordinadora de TCCE - FC-UABC, interno Matemáticas Aplicadas

Brenda de la Rosa

Dra. Alma Rocío Cabazos Marín
Profesora de Tiempo Completo - FC-UABC, interno Ciencias Computacionales

Dr. Luis Miguel Pellegrin Zazueta
Profesor de Tiempo Completo - FC-UABC, interno Ciencia de Datos

Luis M. Pellegrin Zazueta

Dr. Aldo Antonio Guevara Carrizales
Profesor de Tiempo Completo - FC-UABC, interno MEZA

Dr. Carlos Alberto Flores López
Profesor de Tiempo Completo - FC-UABC, interno MyDCI

Informe General de Valoración Técnica de las Propuestas de Modificación de los Planes de Estudio de Licenciatura (2027-1) de la Facultad de Ciencias

Para: Dr. Antelmo Castro López, Jefe del Departamento de Diseño Curricular de la Coordinación General de Formación Profesional de la UABC

De: Integrantes del Consejo de Vinculación de la Facultad de Ciencias

Fecha: 31 de julio de 2026

Asunto: Informe general y valoraciones técnicas de los planes de estudio de las Licenciaturas en Biología, Física y Ciencias Computacionales de la Facultad de Ciencias.

Por medio de la presente, el que suscribe, me dirijo a usted para presentar el informe general de valoración técnica realizada por integrantes del Consejo de Vinculación de la Facultad de Ciencias (FC) respecto a las propuestas de modificación de los planes de estudio de las Licenciaturas en Biología, Física y Ciencias Computacionales, las cuales serán turnadas a revisión a la Comisión Permanente de Asuntos Técnicos del Consejo Universitario el día 4 de agosto de 2026.

1. Metodología de trabajo

1.1. Convocatoria a participar en el ejercicio de Valoración Técnica

En atención a la solicitud de la Jefatura de Diseño Curricular de la Coordinación General de Formación Profesional de la UABC, la dirección de la Facultad de Ciencias solicitó el valioso apoyo de las personas integrantes externas del Consejo de Vinculación de la FC para realizar un ejercicio de revisión y validación técnica de las propuestas de modificación de los planes de estudio para los programas de Biología, Física y Ciencias Computacionales de nuestra Facultad.

1.2. Definición de actividades

Integrantes Externos del Consejo (Biología, Física y Ciencias Computacionales): De acuerdo a su disponibilidad, revisar el documento de propuesta del programa que representan y documentar su opinión técnica, incluyendo observaciones y recomendaciones de mejora.

Integrantes Internos del Consejo: Estar disponibles para clarificar dudas que puedan surgir durante este proceso.

Participación de integrantes adicionales: Se invita cordialmente a las personas integrantes externas de los programas de Ciencia de Datos y los posgrados MEZA y MyDCI a sumarse al apoyo de la revisión de las propuestas de modificación de los programas de Ciencias Computacionales y Biología, de acuerdo a su disponibilidad.



1.3 Agenda de trabajo (fechas importantes)

Con el fin de entregar la documentación solicitada en tiempo y forma se propuso la siguiente agenda de trabajo:

10 de julio: Envío de los documentos de las propuestas por parte de la Dirección.

11 al 23 de julio: Periodo de lectura y redacción de la opinión técnica (Integrantes externos).

24 de julio: Fecha límite para la entrega de sus opiniones técnicas a la Dirección.

25 al 29 de julio: Integración del informe general por parte de la Dirección de la Facultad.

30 de julio al 2 de agosto: Envío del informe general para correcciones y comentarios finales por parte de las personas revisoras.

3 de agosto (10:00 am): Reunión virtual del Consejo de Vinculación de la Facultad de Ciencias para formalizar el informe general, firmar la minuta y entregar la documentación.

2. Resumen Ejecutivo de las Valoraciones por Programa Educativo

Con base en los informes de valoración técnica recibidos en las fechas establecidas en la agenda de trabajo (ver documentos adjuntos), se generaron los siguientes resúmenes ejecutivos de los mismos para cada programa educativo:

2.1. Licenciatura en Biología

Personas evaluadoras: M. en C. Verónica Consuelo Meza López (Directora del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir - CONANP, representante por el programa educativo MEZA) y Dr. J. Sebastián Gómez Cavazos (Bristol Myers Squibb, representante por el programa educativo MyDC).

- **Valoración General y Fortalezas:** La propuesta se considera altamente pertinente y bien estructurada. Se destaca acertadamente la conservación de una visión académica amplia e integral de la biología. Asimismo, se reconoce la valiosa incorporación de los Sistemas Socioecológicos (SSE), la sustentabilidad, el marco legal para la gobernanza ambiental y el uso de inteligencia artificial como herramientas modernas de egreso.
- **Recomendaciones de Mejora y Áreas de Oportunidad:**
 - *Práctica Profesional y Portafolio:* Fortalecer las competencias prácticas aplicadas (PCR, extracción de ADN/ARN, cultivo celular, electroforesis, microscopía, análisis estadístico y software especializado) mediante laboratorios integradores y estancias en instituciones regionales (CICESE, IIO, empresas acuícolas). Se sugiere implementar un portafolio de competencias demostrables.
 - *Integración Curricular y Contenidos de Manejo:* Incluir contenidos sobre ecología del paisaje, fragmentación de hábitats, conectividad ecológica, ecología evolutiva, modelación ecológica y gestión de recursos hídricos (manejo de cuencas y gobernanza del agua).
 - *Alineación Normativa y Casos Locales:* Actualizar la bibliografía y marcos

normativos con documentos vigentes (Plan Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2025, Estrategia Nacional de Cambio Climático 2025, Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030) e incorporar casos regionales emblemáticos (p. ej., el cóndor de California y el berrendo peninsular).

- *Perfil de Egreso*: Explicitar la inclusión del sector privado (organizaciones de la sociedad civil) y el trabajo independiente (diseño y gestión de proyectos sustentables, ecoturismo y educación ambiental).

2.2. Licenciatura en Física

Persona evaluadora: Dr. Fernando Rojas Iñiguez (Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM - CNyN, representante por el programa educativo Física).

- **Valoración General y Fortalezas:** Dictamen sumamente sólido y estructurado. Se reconoce la preservación del núcleo clásico y disciplinar de la física, la secuencia lógica de contenidos y la oportuna integración de tecnologías emergentes (cómputo cuántico, inteligencia artificial y ciencia de datos), además del fortalecimiento del idioma inglés académico.
- **Recomendaciones de Mejora y Áreas de Oportunidad:**
 - *Inconsistencia Documental en Optativas:* Se identificó una discrepancia en el Certificado en Computación Cuántica, donde las unidades de aprendizaje (UA) "Introducción al Entrelazamiento Cuántico" y "Computación Cuántica" no aparecen registradas formalmente en el catálogo oficial de optativas (claves 40-53). Se requiere darlas de alta formalmente antes de la aprobación final.
 - *Infraestructura Experimental y Cómputo:* El componente experimental obligatorio representa únicamente el 8.15% de los créditos y está centrado en física clásica. Se recomienda detallar y garantizar la infraestructura requerida para los tres certificados (sistemas de vacío/criogenia, instrumentación eléctrica, banco óptico con láseres, y estaciones con GPU/simuladores para computación cuántica).
 - *Propuesta de Laboratorio Único:* Crear un Laboratorio de Física Moderna unificado o celebrar convenios interinstitucionales con centros como UNAM o CICESE para solventar el equipamiento práctico requerido.
 - *Tronco Común:* Documentar explícitamente que la reducción del tronco común no afectará la formación matemática compartida con las licenciaturas afines.

2.3. Licenciatura en Ciencias Computacionales

Persona evaluadora: Dr. Giovanna Martínez Arellano (University of Nottingham, Reino Unido).

- **Valoración General y Fortalezas:** La propuesta se evalúa como auténtica, pertinente y alineada a las demandas de la industria tecnológica global. Destaca el enfoque centrado en la persona y la preparación en tecnologías digitales, inteligencia artificial y automatización.
- **Recomendaciones de Mejora y Áreas de Oportunidad:**
 - *Habilidades Blandas y Trabajo Multidisciplinario:* Precisar la metodología para el desarrollo de competencias transversales. Se sugiere promover proyectos multidisciplinarios inter-etapas (integrando biología, física y matemáticas), así como impulsar sociedades estudiantiles (hackathons, competencias Kaggle).
 - *Consistencia en la Trazabilidad Curricular:* Clarificar la integración de la estadística previa al aprendizaje de máquina (machine learning), la seriación entre análisis numérico/investigación de operaciones y las bases de IA, y la inclusión efectiva de materias optativas en realidad virtual, robótica/interacción humano-máquina y

métodos de transformación digital.

- *Proyectos de Investigación y Vinculación Industrial*: Ampliar los sectores de aplicación para tesis y prácticas profesionales hacia áreas con fuerte impacto de la IA (finanzas, manufactura, retail y marketing).
- *Lineamientos Éticos sobre IA Generativa*: Definir una postura e instructivo claro para la enseñanza y evaluación respecto al uso ético y progresivo de herramientas de asistencia basadas en IA (como GitHub Copilot o ChatGPT).

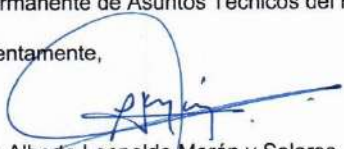
3. Acuerdos y Sigüientes Pasos

Las observaciones y recomendaciones emitidas, así como la redacción del presente documento, han sido revisados por las personas integrantes del Consejo de Vinculación de la FC que se listan a continuación:

- M. en C. Verónica Consuelo Meza López, Directora PNSSPM/CONANP, representante por el PE de Maestría MEZA
-
- Dr. J. Sebastián Gómez Cavazos, Bristol Myers Squibb, representante por los PE de Maestría y Doctorado MyDCI
-
- Dr. Fernando Rojas Íñiguez, CNyN – UNAM, representante por el PE de Licenciatura en Física
-
- Dra. Giovanna Martínez Arellano, University of Nottingham, representante por el PE de Licenciatura en Ciencia de Datos

y se acuerda someter a la consideración del pleno del Consejo de Vinculación en reunión virtual el día 3 de agosto de 2026, para la integración de las adecuaciones que se consideren pertinentes y para dictaminar la pertinencia y viabilidad de la modificación de los tres programas de licenciatura referidos, para su envío formal a revisión por parte de la Comisión Permanente de Asuntos Técnicos del H. Consejo Universitario de la UABC.

Atentamente,



Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares,
Director, Facultad de Ciencias – UABC



**COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
DIRECCIÓN REGIONAL PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA Y PACÍFICO NORTE
PARQUE NACIONAL SIERRA DE SAN PEDRO MÁRTIR
Oficio No. DRPBCPN/PNSSPM/232/2026
Ensenada, Baja California, a 24 de julio de 2026**

**DR. JULIO ENRIQUE VALENCIA SUÁREZ
PROFESOR-INVESTIGADOR
COORD. DEL PROGRAMA DE LIC. EN BIOLOGÍA
COORD. DEL PROYECTO DE MODIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE LIC. EN BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS -UABC
PRESENTE.-**

Asunto: Revisión de la Propuesta de Modificación
del programa de Lic. en Biología de la
Universidad Autónoma de Baja California

Estimado Dr. Valencia, hago referencia al correo electrónico del 14 de julio de 2026, mediante el cual se solicita a su servidora que, como miembro del Consejo de Vinculación de la UABC, se realice la revisión y evaluación de la propuesta del Nuevo Plan de Estudios 2027-1 de la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias.

Entendiendo que el cambio promueve la integración de los **Sistemas Socioecológicos** en la formación académica, el cual es un acierto contundente dada la realidad de nuestra relación con los recursos naturales, la sustentabilidad y la crisis climática con la que se enfrenta nuestra región, nuestro país, nuestro planeta, se aplaude el esfuerzo por integrar programas de aprendizaje (PUAS) que responden a las necesidades en el perfil de egresados y egresadas de la carrera de biología.

Así mismo, la modernización técnica y la integración de la tecnología de inteligencia artificial contribuyen al desarrollo competitivo de las y los biólogos en el contexto laboral, siendo este, donde se ponen a prueba las capacidades de resolución, el conocimiento y la fortaleza y creatividad para encontrar soluciones a los escenarios de crisis que enfrenta el sector ambiental, biotecnológico y científico.

Tomando como referencia el formato de revisión por pares, propuesto para esta revisión se integra lo siguiente:





Datos Generales de la Revisión

Nombre de Persona Evaluadora:
Institución:
Área de Adscripción:

M. en C. Verónica Consuelo Meza López
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Dirección Regional Península de Baja California y Pacífico
Norte, Dirección del Parque Nacional Sierra de San Pedro
Mártir.

Fecha de Revisión:

20 de julio de 2026

I. Introducción y Justificación (Fundamentación)

Criterio	Observaciones y Sugerencias
1. Claridad de la propuesta: Sí	Existe claridad en la propuesta, se reconoce que la propuesta promueve un perfil de egreso afín a la demanda laboral y basada en la solución de problemas socioecológicos.
2. Fundamentación Social: Sí	Propuestas acordes a las necesidades del ámbito regional/nacional.
3. Fundamentación de la Profesión: Sí	Se plantea integración del profesional en biología a un amplio campo laboral que resuelve problemas considerando el SSE y los SCA. Este es un avance significativo en la capacidad laboral del egresado, pues considera aspectos solicitados en los perfiles de puesto, fundamentales en la reducción de la curva de aprendizaje del personal que se integra al campo laboral.
4. Fundamentación Institucional: Sí	Es acertada la eliminación de tronco común con otras carreras, así mismo se sugiere integrar ya sea en optativa, como programa de créditos o como seminario, la revisión de programas, metas y objetivos, presupuestos, brechas financieras institucionales (sectores públicos y privados) con la finalidad de acercar al estudiante a las problemáticas reales que se resuelven en los distintos sectores, abonando así a generar ideas innovadoras que apoyen en la solución con alcances reales, que integran no solo escenarios óptimos, sino escenarios de crisis, cambio de paradigmas institucionales, inseguridad, y otros escenarios complejos.





II. Estructura del Plan de Estudios

Criterio	Observaciones y Sugerencias
5. Perfil de Ingreso y Egreso: <i>Parcialmente</i>	Campo profesional corresponde incluir: 1) Sector privado: Organizaciones de la sociedad civil; 2) Profesionalista independiente: Diseño y gestión de proyectos de conservación y desarrollo sustentable, ecoturismo, educación ambiental.
6. Mapa Curricular: <i>Sí</i>	Sin comentarios.
7. Áreas de Conocimiento: <i>Parcialmente</i>	Se requiere integrar conocimiento de ecología del paisaje, contemplado temas para conocimiento sobre la fragmentación de hábitats, conectividad ecológica, corredores biológicos. Ecología evolutiva, estadística avanzada, programación científica, análisis cuantitativos, modelación ecológica; Herramientas para desarrollo de comunicación y divulgación científica. Así mismo, se recomienda que, dada la relevancia a nivel regional se integren asignaturas relacionadas con los recursos hídricos (manejo de cuencas, humedales, conflictos socioambientales derivados de crisis hídrica regional, gobernanza del agua, etc.).
8. Flexibilidad: <i>Sí</i>	Sin comentarios.

III. Filosofía Educativa y Operación del Programa

Criterio	Observaciones y Sugerencias
9. Modelo Educativo: <i>Sí</i>	El documento sí articula correctamente la propuesta con principios de humanismo, constructivismo y aprendizaje a lo largo de la vida.





Criterio	Observaciones y Sugerencias
10. Modalidades de Aprendizaje: <i>Sí</i>	Están descritas con claridad las opciones para la obtención de créditos
11. Factibilidad Técnica y Humana: <i>Sí</i>	El personal docente, infraestructura y demás elementos con los que cuenta la institución son acordes a las necesidades del plan de estudios, se demuestra con la plantilla de personal, evidencia de infraestructura (laboratorios, talleres, etc.)

IV. Sistema de Evaluación y Referencias

Criterio	Observaciones y Sugerencias
12. Evaluación del Aprendizaje: <i>Sí</i>	Sí la evaluación del aprendizaje se evalúa con criterios definidos en cada uno de los PUAS, a través de los métodos de trabajo y criterios de evaluación.
13. Evaluación del Plan: <i>Sí</i>	Sin comentarios.

V. Conclusión y comentarios

A continuación, se integra una revisión y comentarios particulares sobre fortalezas y oportunidades de los programas afines al manejo de recursos naturales.

Programa de Unidad de Aprendizaje (PUA)	Fortalezas	Áreas de oportunidad / Riesgos detectados
02. Cambio Ambiental y Sustentabilidad	Integración del marco legal e institucional para la gobernanza ambiental.	Revisar los alcances institucionales y la transversalidad de metas. Integrar manejo del fuego como estrategia basada en ciencia. Considerar herramientas de restauración



2026
año de
Margarita Maza

Carretera Transpeninsular Ensenada-La Paz #6500, Col. Ex Ejido Chapultepec, Ensenada, Baja California, C.P. 22785
Tel: 646 172 3000 ext 3229





Programa de Unidad de Aprendizaje (PUA)	Fortalezas	Áreas de oportunidad / Riesgos detectados
		ecológica según el <i>Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025–2030</i> .
10. Historia y Filosofía de la Biología	Integra grandes temas que permiten una visión global de la biología desde sus inicios hasta la actualidad.	Añadir dificultades históricas de científicos por discriminación (sexo, origen, etnia, contexto social). Revisar casos donde el activismo precede cambios sociales en pro de la conservación.
14. Ecología I	Integra elementos básicos para su comprensión.	Integrar el concepto de resiliencia ecológica como base para entender la sustentabilidad.
21. Genética de Poblaciones y Cuantitativa	Integra conceptos básicos para su comprensión.	Incluir casos regionales relevantes como el cóndor de California y el berrendo peninsular.
26. Legislación Ambiental Aplicada	Integra conceptos básicos para su comprensión.	Integrar documentos rectores: <i>Plan Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2025)</i> y <i>Estrategia Nacional de Cambio Climático (2025)</i> .
32. Conservación	Integra conceptos básicos y casos que fomentan pensamiento crítico basado en evidencia.	Integrar el papel de ANP y otros instrumentos de conservación (ANP, ADVC, RAMSAR, RHRAP, acuerdos de destino, Lista Verde, etc.).
36. Sistemas Socioecológicos	—	Integrar conceptos de Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE).
39. Botánica Económica	Integración de saberes tradicionales y conocimiento científico orientado a modelos — sustentables de desarrollo comunitario.	
43. Biología de la Conservación	—	Incluir un apartado breve sobre zoonosis.
44. Manejo de Vida Silvestre	Integración de elementos del manejo de vida silvestre dentro de la normativa legal e — institucional mexicana e internacional.	



Comentarios generales

El Plan de Estudios de la carrera de Biología cumple con los criterios de integración de los elementos propios de los sistemas socioambientales, los cuales constituyen un eje rector de las políticas públicas orientadas al manejo de los recursos naturales, el desarrollo sustentable y el bienestar social. En este sentido, el Plan responde de manera clara a las necesidades actuales y futuras del contexto social, profesional y científico, particularmente frente a los retos derivados de la crisis socioambiental, la pérdida de biodiversidad y la presión sobre los recursos naturales en ecosistemas predominantemente áridos, característicos de nuestra región.

Asimismo, tanto el Plan de Estudios como los Programas de Unidad de Aprendizaje (PUA) delimitan con precisión las habilidades y capacidades que requieren las y los biólogos que se incorporarán, en el corto plazo, al campo laboral. Esto contribuye a disminuir la curva de aprendizaje asociada a la integración de nuevos profesionales en los equipos de trabajo, lo que se traduce en una aplicación más eficiente de los recursos económicos públicos y privados.

La combinación de una planta docente de excelencia y un Plan de Estudios que integra las disciplinas necesarias para un desempeño profesional competitivo permite presentar una propuesta sólida y acorde con las necesidades regionales, nacionales y globales.

Durante la revisión del perfil de egreso, las competencias, el mapa curricular, las asignaturas y las estrategias de evaluación, se identificaron observaciones que fortalecerán el Plan de Estudios y contribuirán a la formación de profesionales capaces de enfrentar los retos que encontrarán en su campo laboral en los próximos años.

Sin otro particular, y reiterando una felicitación y reconocimiento por el esfuerzo dedicado a la actualización del Plan de Estudios de la carrera de Biología, agradezco la confianza depositada para la revisión de esta propuesta.

Le reitero mi atención y envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
LA DIRECTORA DEL PARQUE NACIONAL
SIERRA DE SAN PEDRO MÁRTIR

VERÓNICA CONSUELO MESA LÓPEZ

C.C.E.p. Benito Rofan, Benítez Almada, Director Regional Península de Baja California y Pacífico Norte - CONANP, para su conocimiento.
Expediente



2026
año de
Margarita
Maza

Comentarios y sugerencias sobre el Plan de Estudios

de la Licenciatura en Biología (2027-1)

Me gusta que el nuevo plan de estudios mantenga una de las fortalezas que siempre han caracterizado a la Facultad de Ciencias de la UABC y que, en lo personal, me ha ayudado mucho a lo largo de mi carrera profesional: la formación de biólogos con una visión amplia de la biología.

Creo que es importante que el estudiante tenga contacto con áreas tan diversas como ecología, evolución, botánica, zoología, microbiología, genética, conservación y biodiversidad. Hoy en día muchos programas, especialmente en Estados Unidos, se enfocan muy temprano en biología molecular o biomédica y dejan de lado el estudio de los organismos y los ecosistemas. En ese sentido, creo que este plan conserva una identidad valiosa.

Sin embargo, creo que también vale la pena preguntarnos cuál queremos que sea el perfil del egresado. ¿Queremos formar únicamente un biólogo con una buena preparación académica o también un profesionalista que pueda incorporarse al mercado laboral desde el momento en que se gradúe?

Creo que ahí existe una gran oportunidad de mejorar. Actualmente, muchos estudiantes terminan la carrera con una buena base teórica, pero con poca experiencia práctica. Saber cómo funciona una PCR o un cultivo celular es muy diferente a haberlos realizado muchas veces y sentirse cómodo trabajando en un laboratorio.

Hoy en día, un laboratorio de investigación, una empresa biotecnológica o incluso una consultoría ambiental buscan personas que puedan empezar a contribuir relativamente rápido. Mientras más experiencia práctica tenga un estudiante durante la licenciatura, más oportunidades tendrá al graduarse.

Por eso, más que agregar nuevas materias, pensaría en fortalecer las competencias prácticas. Sería muy útil que durante la carrera hubiera laboratorios integradores donde los estudiantes desarrollaran habilidades como PCR, extracción de ADN y ARN, electroforesis, cultivo bacteriano, cultivo celular, western blot, microscopía, análisis estadístico y manejo de software como GraphPad PRISM. No necesariamente para convertir a todos en biólogos moleculares, sino porque estas herramientas ya forman parte del trabajo cotidiano en muchas áreas de la biología.

También considero que sería muy valioso fortalecer la relación con instituciones y empresas de la región. Ensenada tiene una enorme ventaja al contar con centros como CICESE, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas, empresas acuícolas, laboratorios y organizaciones dedicadas a la conservación. Sería ideal que todos los estudiantes tuvieran la oportunidad de realizar una estancia o práctica profesional significativa antes de graduarse.

Muchas veces un estudiante termina la carrera sabiendo mucha teoría, pero con poca experiencia práctica. Y eso afecta directamente su empleabilidad.

Por ejemplo, no es lo mismo decir: "Tome un curso de PCR", que decir, "He realizado mas de cien PCRs, he diseñado primers, he hecho extracción de RNA, qPCR, Western Blot y cultivo celular". En el segundo caso, el estudiante puede incorporarse mucho más rápido a una empresa o laboratorio.

Otra idea interesante sería que, además de evaluar conocimientos, los estudiantes fueran construyendo un portafolio de competencias. Que al terminar la carrera puedan demostrar no solamente qué materias cursaron, sino qué técnicas dominan, qué programas saben utilizar, qué proyectos realizaron y qué problemas científicos resolvieron. Creo que ese tipo de evidencia sería muy valiosa tanto para solicitar un posgrado como para buscar trabajo.

En general, considero que el plan es sólido y conserva muy bien la esencia de la Facultad de Ciencias. Mi sugerencia no sería cambiar esa identidad, sino complementarla con una formación más orientada al desarrollo de habilidades prácticas y profesionales.

Al final, el objetivo sería que un egresado no solo tenga una excelente comprensión de la biología, sino que también salga con las herramientas necesarias para incorporarse con confianza a un laboratorio, una empresa, una institución gubernamental o un programa de posgrado desde el primer día. Creo que ese equilibrio entre una formación científica amplia y una preparación práctica haría que la licenciatura fuera aún más fuerte y competitiva.

Atentamente,

J. Sebastián Gómez Cavazos

Tabla 24.

Atención de observaciones del Consejo de Vinculación

Observaciones	Resolución o justificación
Evaluador 1 (Dr. Juan Sebastián Gómez Cavazos - BMS)	
Brecha Teoría-Práctica en Laboratorios Húmedos (<i>Wet Labs</i>): Existe una oportunidad crítica de mejora en la experiencia práctica real de laboratorio. Saber la teoría de una PCR o un cultivo celular es muy diferente a haberlos realizado de manera reiterada para adquirir soltura y seguridad autónoma en la meseta de trabajo.	Atendida y Fortalecida: El rediseño rompe con el esquema tradicional de "prácticas demostrativas de una sola sesión". En las asignaturas del eje celular, molecular y biotecnológico (<i>Biología Celular, Biología Molecular, Inmunología Básica y Biotecnología</i>), las unidades de aprendizaje se han reestructurado para priorizar horas de Laboratorio y Taller evaluadas bajo desempeño procedimental. El objetivo es asegurar que el estudiante repita los flujos de trabajo críticos (desde la preparación de soluciones hasta la corrida y análisis final) las veces necesarias para consolidar la memoria psicomotriz y la destreza técnica autónoma requerida en laboratorios profesionales. La Academia del programa de Lic. en Biología continúa trabajando para atender el rezago en el equipamiento de los laboratorios de docencia.
Integración de Competencias Técnicas y Laboratorios Integradores: Sugerencia de implementar laboratorios integradores donde se ejecuten sistemáticamente técnicas cotidianas como: PCR, extracción de ADN y ARN, electroforesis, cultivo bacteriano, cultivo celular, <i>western blot</i>, microscopía avanzada, análisis estadístico y software especializado como GraphPad PRISM	Atendida: Estas competencias técnicas clave se han distribuido y articulado de forma transversal en el mapa curricular: Extracción de ácidos nucleicos, PCR y Electroforesis: Son el núcleo procedimental obligatorio de las horas de laboratorio en <i>Biología Molecular y Biotecnología</i>. Cultivo celular/bacteriano y Western Blot: Se integran de forma práctica directa en las asignaturas de <i>Biología Celular e Inmunología Básica</i>, donde la evaluación exige el montaje y mantenimiento de líneas celulares. Análisis Estadístico y Software (GraphPad PRISM/R): Se cubren formalmente en <i>Bioestadística I y II</i>, obligando al alumno a procesar los datos crudos generados en sus propios experimentos de laboratorio húmedo en lugar de usar bases de datos hipotéticas
Vinculación Regional y Prácticas Profesionales: Necesidad de capitalizar la ventaja geográfica y científica de Ensenada (CICESE, IIO, empresas acuícolas, laboratorios y ONGs de conservación) mediante estancias formativas o prácticas profesionales que incidan	Atendida: La propuesta curricular formaliza los Proyectos Vinculados con Valor en Créditos (PVVC) y expande el catálogo de unidades receptoras mediante el robustecimiento de los convenios de la Facultad de Ciencias con el Clúster Biotecnológico/Acuícola y los centros públicos de investigación locales. Además, el incremento de las Prácticas Profesionales a 15 créditos obligatorios obliga a una inserción

Observaciones	Resolución o justificación
directamente en la empleabilidad inmediata del egresado	temprana y extendida en estos entornos laborales reales
Portafolio de Competencias Técnicas: Sugerencia de que los estudiantes construyan un portafolio de competencias a lo largo de la carrera que recopile y demuestre empíricamente qué técnicas dominan, qué programas manejan y qué problemas resolvieron, sirviendo como evidencia de alta valía para el empleo o posgrados	Atendida: En total concordancia con la evaluación basada en el desempeño adoptada en el plan, se ha establecido el Portafolio de Evidencias Técnicas como instrumento institucional de titulación/acreditación en la Etapa Terminal. Los estudiantes compilarán sus reportes metodológicos, bitácoras validadas de laboratorios húmedos (<i>wet labs</i>), códigos bioinformáticos propios y constancias de estancias.
Evaluadora 2 (M. en C. Verónica Meza López – CONANP - PNSSPM)	
Perfil de Egreso (Ampliación del Campo Profesional): Se requiere incluir explícitamente en el campo profesional al Sector Privado (Organizaciones de la Sociedad Civil / OSCs) y al Profesionista Independiente (diseño y gestión de proyectos de conservación, ecoturismo y educación ambiental).	Atendida: Se modificó la redacción del documento en el apartado de Campo Profesional para desglosar explícitamente estas dos figuras.
Áreas de Conocimiento (Estadística, Programación y Divulgación): Se señala la necesidad de asegurar la inclusión de estadística avanzada, programación científica, análisis cuantitativos, modelación ecológica y herramientas de comunicación/divulgación científica.	Justificación: Estos saberes se encuentran cubiertos formalmente mediante la seriación obligatoria de <i>Bioestadística I y II</i> (base analítica cuantitativa), el PUA <i>Bioinformatics</i> (desarrollo en línea de comandos con R y Python), y el PUA terminal <i>Investigación y Didáctica de las Ciencias</i> , enfocado en la profesionalización de la comunicación científica.
PUA 10. Historia y Filosofía de la Biología: Añadir dificultades históricas de científicos por discriminación (sexo, origen, etnia, contexto social) y revisar casos donde el activismo precede cambios en pro de la conservación.	Atendida: El PUA está diseñado desde una perspectiva decolonial en la que los temas mencionados son centrales. Se integrarán formalmente casos de segregación en la ciencia y el papel de los movimientos sociales en la epistemología ambiental dentro de las hojas de trabajo del taller de esta unidad de aprendizaje. Además, se integrará el tema Brujas y Magos en la Unidad I, en el que se explorará la disparidad de género a lo largo de la historia de la disciplina.
Mapa Curricular General (Ecología del Paisaje y Recursos Hídricos): Integrar conocimiento sobre ecología del paisaje (fragmentación de hábitats, conectividad, corredores biológicos) y recursos hídricos (manejo de cuencas, humedales, crisis hídrica regional, gobernanza del agua).	Justificación: La estructura formal de la propuesta 2027-1 reduce la carga obligatoria a 275 créditos y expande la Etapa Terminal a 66 créditos optativos. Este diseño altamente flexible está concebido específicamente bajo un esquema de formación por "Concentraciones" y Certificados. Por lo tanto, una vez que el plan de estudios se encuentre operando, las academias contarán con el mecanismo institucional ágil para

Observaciones	Resolución o justificación
	estructurar y ofrecer Certificados de Especialización enfocados formalmente en <i>Ecología del Paisaje y Manejo Integral de Cuencas/Gobernanza del Agua</i> . Esto permite incorporar estas demandas técnicas dinámicas del sector empleador sin rigidizar ni saturar el tronco obligatorio del mapa curricular común.
PUA 14. Ecología I: Integrar el concepto de resiliencia ecológica como base para entender la sustentabilidad.	Acción a ejecutar: Se reestructurará la unidad temática referente a comunidades y ecosistemas dentro del PUA <i>Ecología I</i> para fijar formalmente el concepto de resiliencia ecosistémica desde las etapas iniciales de la formación.
PUA 02. Cambio Ambiental y Sustentabilidad (Manejo del Fuego): Integrar el manejo del fuego como estrategia basada en ciencia.	Acción a ejecutar: Dada la dinámica de incendios en la región, se modificará el PUA 02 para incluir un subtema obligatorio explícito sobre <i>Ecología e Ingeniería del Fuego</i> dentro de la unidad de perturbaciones ambientales globales.
PUA 02. Cambio Ambiental y Sustentabilidad (Restauración Nacional): Considerar herramientas de restauración ecológica según el <i>Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025–2030</i> .	Acción a ejecutar: Se actualizará el temario y la bibliografía obligatoria del PUA 02 para sustituir referencias genéricas por el documento rector oficial vigente 2025–2030 editado por la SEMARNAT.
PUA 26. Legislación Ambiental Aplicada (Documentos Rectores Federales): Integrar documentos rectores: <i>Plan Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2025)</i> y <i>Estrategia Nacional de Cambio Climático (2025)</i> .	Acción a ejecutar: Se incorporarán formalmente ambos instrumentos de política pública federal del 2025 dentro de las unidades de planeación territorial y leyes ambientales del temario del PUA 26.
PUA 32. Conservación (Instrumentos de Gestión Terrenal): Integrar con precisión el papel de las ANP y otros instrumentos de conservación (ADVC, RAMSAR, RHRAP, acuerdos de destino, Lista Verde, etc.).	Acción a ejecutar: Se reformularán las prácticas de taller del PUA 32 para forzar el análisis, simulación y diseño de planes de manejo utilizando estas figuras específicas de conservación territorial y certificaciones internacionales.
PUA 36. Sistemas Socioecológicos (Metodología AbE): Integrar conceptos y metodologías de Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE).	Acción a ejecutar: Se modificará la unidad didáctica final del PUA 36 para transitar de la teoría a la aplicación práctica de la metodología AbE en la resolución de problemas socioambientales regionales.
PUA 43. Biología de la Conservación (Zoonosis): Incluir un apartado breve sobre zoonosis.	Acción a ejecutar: Se incorporará un seminario obligatorio final dentro del PUA 43 enfocado en el impacto de la pérdida de biodiversidad y la fragmentación de hábitats sobre el surgimiento de eventos zoonóticos (<i>One Health</i>).

Fuente: Elaboración propia.

9.3. Aprobación del Consejo Técnico

SESIÓN ORDINARIA DE CONSEJO TÉCNICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS 15 de abril de 2026

Siendo las 12:00 horas del miércoles 15 de abril de 2026, las y los integrantes del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias se reunieron en sesión ordinaria en el Audiovisual A de la Facultad de Ciencias para atender la convocatoria emitida por el Presidente, Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares, bajo el siguiente:

ORDEN DEL DÍA

1. Apertura de la sesión.
2. Lista de asistencia y declaración del quórum legal.
3. Elección de dos escrutadores, uno por el personal académico y otro por el alumnado.
4. Lectura y aprobación del orden del día.
5. Lectura y aprobación del Acta de la sesión anterior.
6. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Biología.
7. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Física.
8. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa de Ciencias Computacionales.
9. Presentación del informe de la Comisión Especial sobre la propuesta del Reglamento para la Colección de Vertebrados de la Facultad de Ciencias.
10. Asuntos generales.
11. Clausura de la sesión.

DESARROLLO DEL ORDEN DEL DÍA

1. Apertura de la sesión

El Presidente del Consejo, Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares, da la bienvenida a la sesión del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias y explica el proceder de los principales puntos a tratar en la sesión.

2. Lista de asistencia y declaración del quórum legal

Se cuenta con la presencia de nueve propietarios y tres suplentes que fungen como propietarios, por lo que se declara el quórum legal.

3. Elección de dos escrutadores, uno por el personal académico y otro por el alumnado

El Presidente solicita propuestas para la elección de las o los escrutadores para la sesión, recordando que su conformación debe incluir un representante del personal académico y uno por parte del alumnado. Por parte del alumnado se propone a Laura Esther Oropeza Guerrero, mientras que por parte del personal académico se propone al Dr. Raúl Casillas Figueroa. Al no haber más propuestas, se somete a votación y se aprueba por unanimidad.

4. Lectura y aprobación del orden del día

El Presidente le solicita al Secretario dé lectura al orden del día. Se somete a votación el orden del día y se aprueba por unanimidad.

5. Lectura y aprobación del Acta de la sesión anterior

El Presidente del Consejo recuerda que, con base en un acuerdo previo, se envió con antelación el Acta de la sesión anterior para su revisión, procediendo a preguntar si existe alguna observación o comentario. Al no haber comentarios, el Presidente somete a votación la aprobación del Acta de la sesión anterior y se aprueba por unanimidad.

6. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Biología

Para el desahogo de este punto, el Presidente del Consejo solicitó al pleno la autorización para la integración a la sesión del Dr. Ulises Gregorio Pacheco Bardullas y del Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes, con el propósito de presentar las propuestas de modificación de los programas educativos de Biología y Física, respectivamente. La solicitud fue aprobada por unanimidad. Se hace constar que la Dra. María Victoria Meza Kubo participó en su carácter de integrante del Consejo Técnico y como responsable de presentar la propuesta de Ciencias Computacionales.

Acto seguido, el Presidente solicitó al Dr. Pacheco la presentación de la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Biología. Durante su intervención, se destacó que la propuesta tiene como objetivo consolidar un perfil de egreso acorde con las exigencias actuales en áreas como conservación, biología molecular, biotecnología, biodiversidad, ecología, así como la gestión y manejo de recursos naturales. En la fase de discusión, se abordó la pertinencia de eliminar el tronco común, señalando que la modificación busca fortalecer una estructura curricular sólida y actualizada, que permita al alumnado adquirir dominio de diversas metodologías desde el inicio de su formación. Asimismo, se reflexionó sobre los momentos adecuados para incorporar certificaciones adicionales al plan de estudios.

Concluida la presentación y discusión, la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Biología fue sometida a votación, siendo aprobada con diez votos a favor y dos abstenciones.

7. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Física

Para el desahogo de este punto, el Presidente del Consejo solicitó al Dr. Manuel Iván Ocegueda Miramontes la presentación de la propuesta de modificación del plan de

[Handwritten signature]

Ulises Gregorio Pacheco Bardullas

Manuel Iván Ocegueda Miramontes

R. Pacheco

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

estudios de la Licenciatura en Física. Durante su intervención, se expuso que la propuesta se fundamenta en los resultados de evaluaciones internas y externas del programa educativo, así como en su pertinencia social y contexto profesional, incorporando además la retroalimentación de personas empleadoras y egresadas. En la discusión, se analizó la selección de certificaciones y la posibilidad de su actualización o incorporación en etapas posteriores del plan de estudios.

Concluido el análisis, la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Física fue sometida a votación, siendo aprobada con once votos a favor y una abstención.

8. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Ciencias Computacionales

Para el desahogo de este punto, el Presidente del Consejo solicitó a la Dra. Maria Victoria Meza Kubo la presentación de la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Ciencias Computacionales. Durante su intervención, se señaló que la propuesta se sustenta en un diagnóstico interno y externo del programa educativo, orientado al fortalecimiento de habilidades técnicas y habilidades blandas, así como a la vinculación mediante proyectos interdisciplinarios y al desarrollo de competencias transversales. Con base en estos elementos, se planteó una actualización disciplinar del programa.

Concluido el análisis, la propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Ciencias Computacionales fue sometida a votación, siendo aprobada con ocho votos a favor, un voto en contra y tres abstenciones.

9. Presentación del informe de la Comisión Especial sobre la propuesta del Reglamento para la Colección de Vertebrados de la Facultad de Ciencias.

El Presidente solicita propuestas para abordar los puntos faltantes del orden del día, con el propósito de respetar el acuerdo de que el tiempo de la sesión no exceda dos horas. Se propusieron las siguientes opciones:

- Dejar la sesión abierta para concluir los puntos faltantes del orden del día.
- Cerrar la sesión actual y convocar a una nueva sesión ordinaria el día 22 de abril de 2026 para concluir los puntos faltantes del orden del día.

Se someten a votación las propuestas y se aprueba por unanimidad cerrar la sesión actual y convocar a una nueva sesión ordinaria el día 22 de abril de 2026 para concluir los puntos faltantes del orden del día.

10. Asuntos generales.

No se presentaron temas para asuntos generales.

11. Clausura de la sesión

Siendo las 14:00 horas se da por concluida la sesión. Se anexa lista de asistencia.



Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares
Presidente del Consejo Técnico



Dr. José Israel Paez Ornelas
Secretario del Consejo Técnico



Dr. Raúl Casillas Figueroa
Escrutador



Laura Esther Oropeza Guerrero
Escrutadora



9.4. Validación por la Coordinación General de Formación Profesional



"2026, Año de la Educación para la Construcción de la Paz"

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL

Oficio núm. 128/2026-1

Asunto: Validación de Programa Educativo

DR. ALBERTO LEOPOLDO MORÁN Y SOLARES

Director de la Facultad de Ciencias

Ensenada, B.C.

Presente. -

En atención a la solicitud para la creación del Programa Educativo de **Licenciatura en Biología**, y derivado de la revisión técnica realizada por esta Coordinación General a mi cargo, me permito comunicarle lo siguiente:

Una vez analizada la propuesta y habiéndose verificado el cumplimiento de los requisitos académicos y curriculares, así como la pertinencia del plan de estudios propuesto, esta **Coordinación General de Formación Profesional otorga su VALIDACIÓN** al citado programa.

Lo anterior, en cumplimiento de lo instruido por la Secretaría General mediante el oficio circular **OF.CIR. 692-2026**, relativo a la integración del orden del día de la segunda sesión ordinaria del H. Consejo Universitario del presente año.

Se le recuerda que, para la integración del expediente definitivo que deberá remitirse a la Secretaría General a más tardar el **24 de abril**, es necesario adjuntar a este oficio la totalidad de la documentación probatoria, incluyendo el Acta de Consejo Técnico de su unidad académica y la propuesta curricular completa.

Sin más por el momento, agradezco su compromiso con la excelencia académica de la Facultad a su digno cargo y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Mexicali, Baja California, a 24 de abril de 2026

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

COORDINADORA GENERAL

DRA. YESSICA ESPINOSA DÍAZ

**Universidad Autónoma
de Baja California**

24 de abril de 2026

Coordinación General
de Formación Profesional

DESPACHADO



**Universidad Autónoma
de Baja California**

RECTORÍA
COORDINACIÓN GENERAL
DE FORMACIÓN PROFESIONAL

Recibi-
24.04.2026

C.c.p. Dr. Luis Enrique Palafox Maestre. Rector de la UABC.

C.c.p. M.I. Edith Montiel Ayala. Secretaria General.

C.c.p. Minutario

YED/Ililana

10. Referencias

- Balvanera, P., Cotler, H., Cram, S., & Del Castillo, R. F. (Eds.). (2017). Hacia el manejo sustentable de los sistemas socioecológicos en México: Respuestas ante el cambio global. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) / Red Temática de Sistemas Socioecológicos y Sustentabilidad.
- Brovelli, M. (2001). Asesoramiento en educación: el asesoramiento curricular. *Fundamentos en Humanidades*, 1(1), 56-79. <https://www.redalyc.org/pdf/184/18400105.pdf>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1988, 28 de enero). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Diario Oficial de la Federación.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2000, 3 de julio). *Ley General de Vida Silvestre*. Diario Oficial de la Federación.
- Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior. (2021, 15 de octubre). Sobre Ceneval. https://ceneval.edu.mx/sobre_el_ceneval-perfil_institucional/
- Cibnor. (2026). *Técnicas de Biología Molecular para la Identificación Taxonómica en los Recursos Pesqueros*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (2022). *Valoración de servicios ecosistémicos en Áreas Naturales Protegidas federales de México*.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2020). Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030 (ENBioMex). CONABIO.
- Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología (CACEB). (2021). Marco de referencia para la evaluación y acreditación de programas académicos de Licenciatura en Biología. CACEB / Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES). <https://www.copaes.org.mx/>
- CONANP. (2022). *Valoración de servicios ecosistémicos en Áreas Naturales Protegidas federales de México*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2020). *Medición de la pobreza en México*. <https://www.coneval.org.mx>

- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías. (2023). Programa Nacional Estratégico de Sistemas Socioecológicos y Sustentabilidad: Bases y agendas de investigación e incidencia. CONAHCYT.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2019). *Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas, 2016–2050*. <https://www.gob.mx/conapo>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (1917, 5 de febrero). Diario Oficial de la Federación.
- e-medic. (2025). *Biotecnología en 2025: Innovación, disrupción y el futuro de la atención médica*.
- Gobierno de México. (2025). *Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030*. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG).
- Instituto Mexicano para la Competitividad [IMCO]. (2025a). *Compara Carreras: Biología*. <https://comparacarreras.imco.org.mx/biología>
- Instituto Mexicano para la Competitividad [IMCO]. (2025b). *Reporte Futuro del Empleo 2025*. <https://imco.org.mx/reportes-futuro-del-empleo-2025/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press.
- Ledesma-Mateos, I. (2000). Historia de la biología en México: De la historia natural a la biología moderna. Fondo de Cultura Económica.
- Luna Serrano, E. y Hernández Villalفاña, A.D. (2025). *Evaluación externa e interna del programa de estudios de la Licenciatura en Biología*.
- Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., & Montes, C. (2009). Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. Cuadernos de Biodiversidad, (29), 3–11. <https://doi.org/10.14198/cdbio.2009.29.01>
- OECD. (2023). Artificial intelligence in science: Challenges, opportunities and the future of research. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a8d820bd-en>
- Plan México. (2025). *Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030*. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG).
- Secretaría de Economía. (2025). *Investigadores y Especialistas en Ciencias Biológicas, Químicas y del Medio Ambiente: Salarios, diversidad, industrias e informalidad laboral*. Data México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2010, 30 de diciembre). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2025). *1er Informe de Labores 2024-2025*. Gobierno de México.

Serna, A. y Castro, A. (2018). *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura*. UABC.http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/metodologia_con_ficha.pdf

Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (1982). *Reglamento General de Exámenes Profesionales*. Autor.

Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2004). *Reglamento de Prácticas Profesionales*. Autor.

Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2007). *Reglamento de Servicio Social*. Autor.

Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2010). *Guía Metodológica para la creación, modificación y actualización de los programas educativos de la Universidad Autónoma de Baja California*. <http://www.uabc.mx/formacionbasica/documentos/guiametodol%F3gica.pdf>

Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2012). *Manual de Tutorías*. Autor.

Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2017). *Código de Ética de la Universidad Autónoma de Baja California*. Autor.

Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2018). *Modelo educativo de la UABC*. Autor.

Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2021). *Estatuto Escolar*. Autor.

Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2023). *Plan de Desarrollo Institucional 2023-2027*. Autor.

Universidad Autónoma de Baja California (UABC). (2024). *Evaluación interna del programa educativo de la Licenciatura en Biología*. Documento institucional.

Universidad Autónoma de Baja California. (2020a). Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios).

http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/documento_con_instrumentos.pdf

Universidad Autónoma de Baja California. (2020b). Estudio de preferencias vocacionales y demanda de carreras profesionales de los estudiantes de Educación Media Superior de Baja California. Coordinación General de Formación Profesional.

Universidad Autónoma de Baja California. (2023). Plan de Desarrollo Institucional 2023 - 2027.http://planeacion.uabc.mx/pdi2023/docs/UABC_PDI_2023-2027_Ejecutivo.pdf

Universidad Autónoma de Baja California. (2023c, 02 de agosto). Indicadores de trayectoria escolar. <https://sindi.uabc.mx/app?opcion=trayectoria-escolar>

Universidad Autónoma de Baja California. (2023d, 02 de agosto). Indicadores de seguimiento e- trayecto. <https://sindi.uabc.mx/etrayecto-web/app?opcion=seguimiento-etrayecto>

Universidad Autónoma de Baja California. (2025a). Misión. Facultad de Ciencias. <https://ciencias.ens.uabc.mx/mision/>

Universidad Autónoma de Baja California. (2025b). Misión. Licenciatura en Biología. <https://ciencias.ens.uabc.mx/mision/>

11. Anexos

11.1. Anexo 1. Formatos metodológicos

Formatos metodológicos para la modificación del plan de estudios del programa educativo Biología

FORMATO 1. PROBLEMÁTICAS Y COMPETENCIAS PROFESIONALES

Problemáticas	Competencia profesional	Ámbitos
1. La falta de conocimiento sobre la biodiversidad en el Noroeste de México crea vacíos importantes en la evaluación de la distribución de especies y sus interacciones ecológicas. Aunado a esto, incertidumbres taxonómicas impiden una clasificación precisa, dificultando la comprensión de la composición de poblaciones y comunidades de vida silvestre.	1. Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.	Internacional Nacional Regional
2. El desarrollo sostenible del Noroeste de México requiere de la incorporación de los principios y metodologías de la biología molecular y la biotecnología para el desarrollo de investigación aplicada y soluciones tecnológicas innovadoras, considerando sus implicaciones bioéticas. 3. La toma de decisiones y el desarrollo de aplicaciones más precisas y sostenibles en salud, agricultura y conservación requiere de la comprensión de los mecanismos moleculares que regulan los procesos biológicos.	2. Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.	International, Nacional Regional
4. La crisis ambiental requiere de la integración de reflexión crítica, conocimientos disciplinarios, saberes tradicionales y agencia, para la construcción de sistemas socioecológicos resilientes en el Noroeste de México.	3. Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.	International, Nacional Regional

FORMATO 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS QUE INTEGRAN CADA COMPETENCIA PROFESIONAL

Competencia profesional	Competencias específicas
1. Identificar vacíos de conocimiento sobre la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.	Caracterizar la diversidad biológica a partir de exploraciones, inventarios y colecciones, integrando evidencia morfológica, molecular y ecológica con el uso de claves, literatura especializada y bases de datos, para registrar y describir especies y sus hábitats, con objetividad, integridad y vanguardia. Diseñar estrategias de muestreo ecológico, seleccionando y adaptando metodologías pertinentes para la caracterización de la biota en diferentes ecosistemas, considerando la bioética y el rigor científico, con compromiso social e independencia. Analizar datos taxonómicos y ecológicos mediante herramientas bioinformáticas y estadísticas, para interpretar patrones de distribución, composición e interacciones básicas de las especies. Generar información científica validada sobre la biodiversidad, comunicando los hallazgos de manera efectiva a distintos públicos, proponiendo acciones basadas en evidencia para la resolución de incertidumbres taxonómicas y la gestión de la biota, con apego a principios bioéticos.
2. Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.	Conocer los fundamentos teóricos y metodológicos en biología molecular, mediante la revisión de literatura y manipulación de técnicas de experimentación, para desarrollar habilidades básicas y creatividad, con ética y profesionalismo. Identificar problemáticas prioritarias en los sectores de salud, agricultura y conservación del Noroeste de México, susceptibles de ser abordadas mediante enfoques innovadoras en biología molecular y biotecnología, a partir del análisis de contextos regionales y avances científicos, con perspectivas bioética y de inclusión. Analizar los mecanismos moleculares que subyacen a las problemáticas identificadas y los fundamentos científicos de las soluciones biotecnológicas propuestas, integrando críticamente el conocimiento científico actual y los principios bioéticos Proponer soluciones biotecnológicas y moleculares, para la resolución de problemáticas relevantes a nivel regional y global, con rigor académico y compromiso ético.
3. Comprender y aplicar los fundamentos de ecología y sistemas socioecológicos, a través de enfoques multi, inter y transdisciplinarios, integrando distintos niveles de organización ecológica, gestión y manejo de recursos naturales, dinámicas sociales y conocimientos tradicionales, para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación a los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso profesional y social.	Identificar problemáticas socio-ambientales mediante la integración de fundamentos y técnicas ecológicas y sociales para atender retos en sistemas socioecológicos regionales, nacionales y globales, con actitud crítica y responsabilidad profesional y social. Contrastar los fundamentos teóricos de los sistemas socioecológicos y su aplicación en contextos biológicos específicos, utilizando enfoques multi, inter y transdisciplinarios, para diseñar estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación a los impactos socioambientales, con integridad y justicia. Promover el aprendizaje de las ciencias biológicas y ambientales en escenarios formales y no formales mediante el uso de didácticas específicas de la ciencia para la reflexión y agencia sobre la crisis ambiental con respeto e inclusión.

*

FORMATO 3. ESTABLECIMIENTO DE LAS EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Competencia profesional 1: Identificar vacíos de conocimiento sobre la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

Competencias específicas	Evidencias de aprendizaje
1.1. Caracterizar la diversidad biológica a partir de exploraciones, inventarios y colecciones, integrando evidencia morfológica, molecular y ecológica con el uso de claves, literatura especializada y bases de datos, para registrar y describir especies y sus hábitats, con objetividad, integridad y vanguardia.	Reportes que incluyan inventarios taxonómicos y filogenéticos de la biota regional con rigor sistemático y nomenclatural.
1.2. Diseñar estrategias de muestreo ecológico, seleccionando y adaptando metodologías pertinentes para la caracterización de la biota en diferentes ecosistemas, considerando la bioética y el rigor científico, con compromiso social e independencia.	Reportes escritos que incluyan los resultados del diseño experimental para interpretar patrones de distribución, composición e interacciones básicas de las especies consultadas en fuentes o repositorios institucionales con reconocimiento académico y científico.
1.3. Analizar datos taxonómicos y ecológicos mediante herramientas bioinformáticas y estadísticas, para interpretar patrones de distribución, composición e interacciones básicas de las especies.	Reportes escritos de estrategias de muestreo ecológico que integre el diseño y la aplicación de las técnicas de toma de datos y recolección de especímenes de la biota regional con rigor científico.
1.4. Generar información científica validada sobre la biodiversidad, comunicando los hallazgos de manera efectiva a distintos públicos, proponiendo acciones basadas en evidencia para la resolución de incertidumbres taxonómicas y la gestión de la biota, con apego a principios bioéticos.	Reportes en formato de informe técnico, artículo científico, ponencias, infografías, carteles, cápsulas de video o notas de divulgación científica que integren información de biodiversidad obtenida de trabajo de campo, colecciones científicas o repositorios digitales con reconocimiento académico y científico.

Competencia profesional 2: Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

Competencias específicas	Evidencias de aprendizaje.
2.1 Conocer los fundamentos teóricos y metodológicos en biología molecular, mediante la revisión de literatura y manipulación de técnicas de experimentación, para desarrollar habilidades básicas y creatividad, con ética y profesionalismo.	Presentaciones orales que expliquen los principales mecanismos moleculares que ocurren en la célula y cómo estos principios son utilizados para la experimentación en ciencias biológicas.

2.2. Identificar problemáticas prioritarias en los sectores de salud, agricultura y conservación del Noroeste de México, susceptibles de ser abordadas mediante enfoques innovadoras en biología molecular y biotecnología, a partir del análisis de contextos regionales y avances científicos, con perspectivas bioética y de inclusión.	Reportes escritos o audiovisuales que aborden una problemática del Noroeste de México que pueda ser atendida mediante técnicas de biología molecular o biotecnología: que incluya la contextualización del problema, su relación con estas disciplinas y la metodología que podría darle resolución.
2.3. Analizar los mecanismos moleculares que subyacen a las problemáticas identificadas y los fundamentos científicos de las soluciones biotecnológicas propuestas, integrando críticamente el conocimiento científico actual y los principios bioéticos	Propuesta escrita que aborde una problemática que pueda ser resuelta con herramientas biotecnológicas e incluya las rutas para su posible resolución. Debe contener: Introducción, marco teórico, objetivos y metodología.
2.4. Proponer soluciones biotecnológicas y moleculares, para la resolución de problemáticas relevantes a nivel regional y global, con rigor académico y compromiso ético.	Elaboración de un escrito que aborde la implementación de soluciones biotecnológicas y moleculares en formato de artículo científico con la rigurosidad de una revista indexada.
Competencia profesional 3: Comprender y aplicar los fundamentos de ecología y sistemas socioecológicos, a través de enfoques multi, inter y transdisciplinarios, integrando distintos niveles de organización ecológica, gestión y manejo de recursos naturales, dinámicas sociales y conocimientos tradicionales, para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación a los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso profesional y social.	
Competencias específicas	Evidencias de aprendizaje
3.1. Identificar problemáticas socioambientales mediante la integración de fundamentos y técnicas ecológicas y sociales para atender retos en sistemas socioecológicos regionales, nacionales y globales, con actitud crítica y responsabilidad profesional y social.	Reporte escrito o audiovisual que describa la problemática socioambiental a nivel regional, que incluya la colecta y análisis de información cualitativa y cuantitativa.
3.2. Contrastar los fundamentos teóricos de los sistemas socioecológicos y su aplicación en contextos biológicos específicos, utilizando enfoques multi, inter y transdisciplinarios, para diseñar estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación a los impactos socioambientales, con integridad y justicia.	Reporte técnico o proyecto de investigación escrito y/o audiovisual que presente una estrategia innovadora de conservación, mitigación y/o adaptación a los impactos ambientales en sistemas socioecológicos, que incluya un marco teórico que contextualiza la problemática a partir de los saberes científicos y tradicionales.
3.3. Promover el aprendizaje de las ciencias biológicas y ambientales en escenarios formales y no formales mediante el uso de didácticas específicas de la ciencia para la reflexión y agencia sobre la crisis ambiental con respeto e inclusión.	Video autograbado impartiendo un tema frente a grupo en un escenario formal o no formal en donde aplique didácticas específicas de las ciencias.



Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias

CONSTANCIA DE PARTICIPACIÓN Y AVAL ACADÉMICO

Diseño de Programas de Unidad de Aprendizaje

Propuesta de Plan de Estudios 2027-1

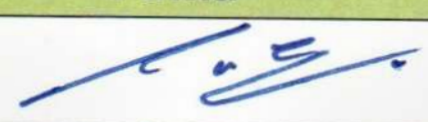
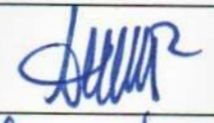
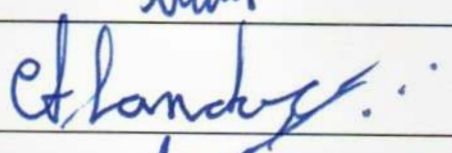
Licenciatura en Biología

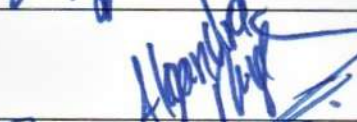
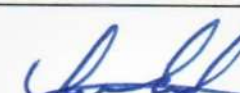
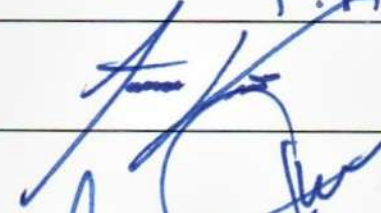
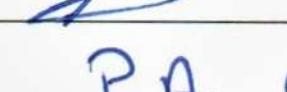
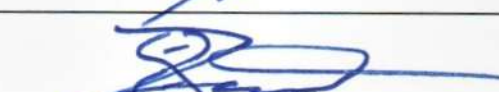
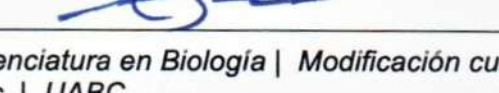
Las y los docentes que suscriben la presente constancia participaron en el proceso de diseño curricular de la propuesta del **Plan de Estudios 2027-1** de la **Licenciatura en Biología**, mediante la elaboración, revisión y/o validación académica de los Programas de Unidad de Aprendizaje (PUA) que forman parte integral de la propuesta curricular.

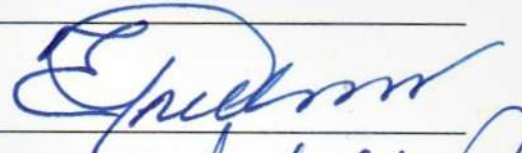
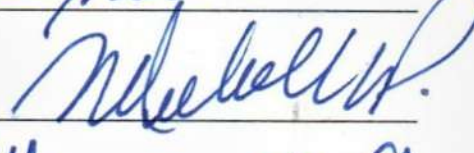
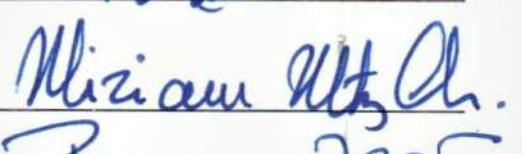
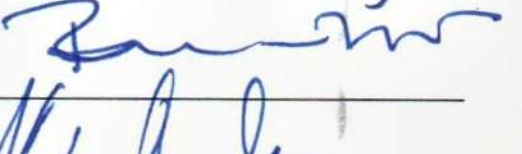
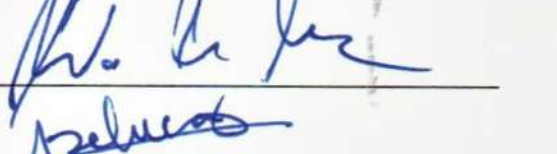
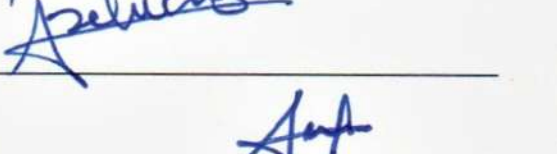
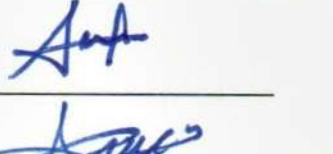
Con su firma, hacen constar su participación académica en este proceso colegiado y avalan, en el ámbito de su intervención, el trabajo desarrollado para la integración de los PUA, de conformidad con las orientaciones institucionales establecidas para el diseño curricular de los programas educativos de la Universidad Autónoma de Baja California.

La presente constancia se integra a la propuesta curricular como evidencia institucional del proceso colegiado desarrollado y del aval de la unidad académica al trabajo realizado.

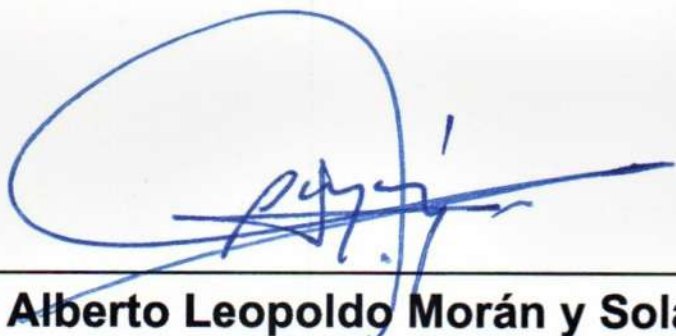
PERSONAL ACADÉMICO PARTICIPANTE

Núm.	Nombre	Firma
1	Aldo Antonio Guevara Carrizales	
2	Alejandra Ramos González	
3	Alejandro Sánchez González	
4	Alexandro Orozco Durán	
5	Alfredo Francisco Yanez Montalvo	

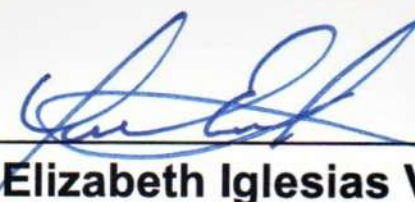
6	Ananda Aracely Navarro Barrera	Ananda Navarro
7	Andrés Martínez Aquino	
8	Angélica Colín Martínez	
9	Anwar Israel Medina Villarreal	
10	Carlos Alberto Flores López	
11	Claudia Alejandra Reyes Valdez	
12	Dalia Marcela Muñoz Pizza	
13	David Schneider	P.A. 
14	Diana Arenas Islas	
15	Estrella Azalia Núñez Zarco	
16	Eugenio Leyva Figueroa	
17	Gonzalo De León Girón	
18	Gorgonio Ruíz Campos	
19	Héctor Francisco Ortiz Kerbertt	P.A. 
20	Jacob Alberto Valdivieso Ojeda	
21	José Delgadillo Rodríguez	
22	José Manuel López Rodríguez	
23	Juana Claudia Leyva Aguilera	P.A. 
24	Julio Enrique Valencia Suárez	
25	Julio Lorda Solórzano	P.A. 
26	Luis Carlos Hernández Salgado	
27	Magdiel Orozco Valdivia	
28	Manuel Alejandro Carballo Amador	

29	María Evarista Arellano García	
30	María Isabel Montes Pérez	
31	Miriam Martínez Chávez	
32	Rafael Bello Bedoy	
33	Ricardo Cruz López	
34	Rosa Ana de Luca Zuria	
35	Socorro Jiménez Valera	
36	Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas	
37	Walter Daesslé	

AVAL DE LA UNIDAD ACADÉMICA



Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares
Director
Facultad de Ciencias



Dra. Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Subdirectora
Facultad de Ciencias

Identificación del documento

Documento: Constancia de participación y aval académico en el diseño de PUA
Programa educativo: Licenciatura en Biología
Tipo de proceso: Modificación curricular
Plan de estudios propuesto: 2027-1
Unidad académica: Facultad de Ciencias
Institución: Universidad Autónoma de Baja California

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Diversidad Biológica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Aldo Antonio Guevara Carrizales Gonzalo De León Girón Claudia Alejandra Reyes Valdez Gorgonio Ruiz Campos José Delgadillo Rodríguez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Introducción a la Diversidad Biológica es fundamental en la formación del estudiantado de la Licenciatura en Biología, ya que proporciona las bases científicas para comprender la estructura, origen y evolución de la vida, así como los procesos ecológicos que sustentan la biodiversidad. Su importancia radica en que permite relacionar los principios de la biología evolutiva y ecológica con la conservación y el manejo responsable de los organismos y ecosistemas.

El estudiantado desarrollará habilidades para observar, identificar y clasificar organismos, aplicar metodologías básicas de muestreo y análisis, y fortalecer actitudes de curiosidad científica, pensamiento crítico, ética y responsabilidad ambiental. Esta unidad se ubica en la etapa básica, tiene carácter obligatorio, y pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la diversidad biológica a distintas escalas de organización (genética, específica y ecosistémica), por medio de técnicas morfológicas de identificación taxonómica, metodologías básicas de muestreo ecológico y herramientas de análisis de datos biológicos para reconocer la distribución, composición e interacciones de las especies, con rigor científico, responsabilidad social y compromiso con la conservación de la vida.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Informe de salida de campo con base en el método científico, en el cual se integrará el conocimiento adquirido en el curso.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social, equidad social y de género; y excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. La Vida y su Origen

Competencia

Explicar el origen y evolución inicial de la vida en la Tierra, mediante la integración de conocimientos sobre los procesos físicos, geológicos, hidrológicos y biológicos que conforman la estructura y dinámica del planeta, para reconocer las condiciones que posibilitan la biodiversidad y los ecosistemas actuales, con curiosidad, actitud reflexiva y el respeto por la vida.

Contenido

- 1.1. Origen del Universo
- 1.2. Origen de la Tierra
 - 1.1.1. Estructura y composición de la Tierra
 - 1.1.2. Procesos Geológicos Internos
- 1.3. Hidrósfera
 - 1.3.1. Ciclo del Agua
 - 1.3.2. Aguas Continentales
 - 1.3.3. Océanos
- 1.4. Biosfera
 - 1.4.1. Ecosistemas
 - 1.4.2. Biodiversidad
 - 1.4.3. Flujos de Energía

Duración

4 horas

Unidad II. Mecanismos de Evolución

Competencia

Analizar los mecanismos evolutivos que explican la diversidad biológica, por medio del análisis de la teoría darwiniana y la especiación, para comprender el origen y la adaptación de las especies, con pensamiento crítico y objetividad.

Contenido

- 2.1. Revolución Darwiniana
- 2.2. Evolución de las Poblaciones
- 2.3. Origen de las Especies
- 2.4. Origen de la Vida en la Tierra

Duración

4 horas

Unidad III. Historia Evolutiva de la Diversidad Biológica

Competencia

Distinguir los principales linajes evolutivos de organismos, mediante el estudio de sus características morfológicas, fisiológicas y filogenéticas, para comprender la historia evolutiva y las relaciones entre los diferentes grupos biológicos, con rigor científico, actitud analítica y respeto por la biodiversidad.

Contenido

- 3.1. Filogenia y el Árbol de la Vida
- 3.2. Bacterias y Arqueas
- 3.3. Protistas
- 3.4. Plantas No Vasculares
- 3.5. Plantas Vasculares
- 3.6. Hongos

Duración

10 horas

Unidad IV. Introducción a la Diversidad Animal

Competencia

Diferenciar la diversidad estructural y funcional de los invertebrados y vertebrados, mediante el análisis de sus características anatómicas, adaptaciones y relaciones evolutivas, para valorar su papel ecológico y evolutivo dentro de los ecosistemas, con actitud proactiva, responsabilidad y respeto a la naturaleza.

Contenido

- 4.1. Invertebrados
 - 4.1.1. Esponjas
 - 4.1.2. Anélidos
 - 4.1.3. Rotíferos
 - 4.1.4. Equinodermos
- 4.2. Cordados
- 4.3. Vertebrados
 - 4.3.1. Peces
 - 4.3.2. Anfibios y Reptiles
 - 4.3.3. Aves
 - 4.3.4. Mamíferos

Duración

10 horas

Unidad V. Introducción a la Ecología

Competencia

Aplicar los principios básicos de la ecología de poblaciones, comunidades y conservación, por medio de la integración de la información sobre interacciones ecológicas y dinámicas ambientales, para comprender la organización y funcionamiento de los ecosistemas, con responsabilidad ambiental, y conciencia clara de las necesidades de la región.

Contenido

- 5.1. Ecología de Poblaciones
- 5.2. Ecología de Comunidades
- 5.3. Biología de la Conservación

Duración

4 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. La Vida y su Origen

Práctica 1: Los Cimientos Cósmicos y Terrestres (Origen del Universo y la Tierra)

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa una presentación con apoyo visual (videos de animaciones del Big Bang).
3. Debate lo que significa ser "polvo de estrellas"
4. Argumenta verbalmente y escribe sus propias conclusiones.
5. Entrega al docente para su retroalimentación.
6. Elabora un diagrama de la formación del Sistema Solar.
7. Modela en 3D (físico) las capas de la Tierra.
8. Recibe retroalimentación por parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Proyector
- Material diverso (bolas de unicel, plastilina, pinceles, pinturas)

Práctica 2: Agua, Vida y Energía (Hidrosfera y Biósfera)

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza un mapa de cuencas hidrográficas importantes del estado de Baja California.
3. Investiga sobre especies endémicas de la región.
4. Realiza una presentación de especies endémicas y el concepto de "hotspots" de biodiversidad.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Proyector

Unidad II. Mecanismos de Evolución

Práctica 3: El Motor de la Vida: De Darwin a la Genética de Poblaciones

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza el caso de estudio de los pinzones de las Galápagos y la variación de sus picos como ejemplo directo de selección natural en acción.
3. Realiza un ensayo sobre la radiación adaptativa derivado del estudio de caso anterior.
4. Entrega al docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Proyector

Práctica 4: Origen y Ramificación de la Vida (Especiación y Abiogénesis)

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Da ejemplos de híbridos (mula, ligre) para ilustrar las barreras postcigóticas y la definición biológica de especie.
3. Observa en video un segmento del Experimento de Miller-Urey.
4. Analiza y debate su relevancia actual.
5. Dibuja o realiza un diagrama de la Teoría Endosimbiótica y su papel en el aumento de la complejidad.
6. Entrega al docente el producto realizado para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Proyector
- Hojas blancas y plumones

Unidad III. Historia Evolutiva de la Diversidad Biológica

Práctica 5: Filogenia y el Árbol de la Vida

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Analiza varios ejemplos de árboles filogenéticos con diferentes formatos proporcionados por el instructor.
4. Analiza una matriz de caracteres que compare 5-6 organismos.
5. Identifica: el grupo externo, sinapomorfias.
6. Agrupa caracteres compartidos.
7. Dibuja un cladograma.
8. Aplica el principio de parsimonia.
9. Presenta su árbol en equipo y justifica por qué es el más parsimonioso para ese conjunto de datos.
10. Discute las diferencias en los árboles propuestos y se llega a un consenso.
11. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Proyector
- Hojas de rotafolio y plumones

Práctica 6: Bacterias y Arqueas

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Consulta bases de datos de imágenes digitales.
4. Analiza comparativamente las diferencias y similitudes morfológicas, metabólicas, funcionales y evolutivas entre bacterias y arqueas.
5. Sintetiza mediante un organizador gráfico la información para explicar las diferencias entre ambos dominios.
6. Discute los resultados obtenidos sobre la relevancia ecológica y científica de los microorganismos.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Proyector

Práctica 7: Adaptaciones y Diversidad en Plantas

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa muestras de musgos (o imágenes detalladas).
3. Identifica el Gametófito y el Esporófito.
4. Analiza el ciclo de vida del musgo.
5. Observa la parte inferior de una fronda de helecho.
6. Identifica las partes.
7. Compara la estructura de un cono de pino (Gimnosperma) con una flor o un fruto simple (Angiosperma).
8. Discute y lista los diferentes mecanismos de dispersión.
9. Entrega al docente un resumen de lo realizado para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Proyector
- Lupa o estereoscopio

Práctica 8: El Misterioso Reino Fungi

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa diferentes ejemplares de la colección de docencia del herbario.
3. Diferencia las características clave que separan a los hongos de plantas y animales.
4. Comprende la estructura básica y el modo de nutrición de los hongos.
5. Reconoce la diversidad funcional y ecológica de los principales filos (grupos) de hongos mediante análisis de artículos.
6. Entrega al docente un resumen de lo realizado para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Proyector
- Lupa o estereoscopio

Práctica 9: Explorando el Herbario

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Comprende la estructura y organización de un herbario moderno.
3. Aprende el proceso de recolección, prensado y montaje de especímenes botánicos.
4. Identifica la información esencial en una etiqueta de herbario y su importancia para la investigación.
5. Conoce la relevancia del herbario como archivo de la biodiversidad y herramienta taxonómica.
6. Entrega al docente un resumen de lo realizado para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cámara fotográfica
- Block de notas

Práctica 10: Generalidades de los Invertebrados

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa imágenes claras y de alta calidad para cada filo.
3. Manipula muestras físicas de cada filo.
4. Usa organizadores gráficos para construir un árbol de diversidad simple
5. Expone cómo los grupos de invertebrados se vuelven progresivamente más complejos.
6. Entrega al docente el producto de lo realizado para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Proyector
- Especímenes de docencia
- Hojas de rotafolio
- Marcadores

Práctica 11: Generalidades de los Peces

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se conforma en equipo de trabajo.
7. Manipula y observa las características de los tres grupos principales de peces.
8. Identifica las partes externas de los peces.
9. Realiza un esquema y/o cuadro comparativo con las principales características de los tres grupos principales de peces.
10. Entrega al docente un resumen de lo realizado para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Especímenes de laboratorio
- Hojas
- Plumones o colores

Práctica 12: Generalidades de los Anfibios y Reptiles

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se conforma en equipo de trabajo.

3. Manipula y observa las características de los anfibios
4. Manipula y observa las características de los tres grupos principales de reptiles.
5. Identifica las partes externas de los anfibios y reptiles.
6. Realiza un esquema y/o cuadro comparativo con las principales características del grupo que más le interesó.
11. Entrega al docente el esquema de lo realizado para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Especímenes de laboratorio
- Hojas
- Plumones o colores

Práctica 13: Generalidades de las Aves

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se conforma en equipo de trabajo.
3. Examina cuidadosamente los especímenes asignados en cada mesa.
4. Identifica y representa el tipo de pata y la morfología del pico de diferentes familias.
5. Analiza la relación entre la forma y el tamaño del pico con el tipo de alimentación y el hábitat de cada ave revisada.
6. Reconoce los distintos tipos de plumas, describe su función e ilustrarlas.
7. Elaborar ilustraciones claras y precisas de los ejemplares observados.
8. Entrega al docente el esquema de lo realizado para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Especímenes de laboratorio
- Hojas
- Plumones o colores

Práctica 14: Generalidades de los Mamíferos

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma equipos y revisa los objetivos de la práctica.
3. Examinar cuidadosamente los especímenes biológicos asignados en cada mesa.
4. Reconoce estructuras anatómicas y características diagnósticas de los diferentes grupos de mamíferos.

5. Elaborar ilustraciones claras y precisas de los ejemplares observados.
6. Entrega al docente un reporte de lo realizado para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Especímenes biológicos de mamíferos
- Cámara fotográfica
- Block de notas

Práctica 15: Colección de Vertebrados

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Visita La Colección de Vertebrados de su facultad.
3. Comprende la organización y el valor de una colección científica de vertebrados como herramienta de investigación.
4. Diferencia los tipos de preparación de especímenes (pieles de estudio, esqueletos, ejemplares en fluido).
5. Aprende a interpretar los datos de una etiqueta de colección y su relevancia científica.

Recursos de apoyo

- Cámara fotográfica
- Block de notas

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad IV. Introducción a la Diversidad Animal

Práctica 1: Estudio general de flora y fauna de la región

Duración

8 horas

Procedimiento

1. Llega al sitio. Escucha las instrucciones generales de la práctica de campo y la logística correspondiente.
2. Se conforma en equipos de cuatro integrantes. Trabaja de manera independiente dentro de una unidad de vegetación asignada.
3. Realiza, por la mañana, observaciones y registros de aves, mamíferos, artrópodos, arañas y especies de plantas.
4. Realiza, por la tarde, muestreos de mamíferos mediante cámaras de movimiento,
5. Realiza, por la tarde, la observación de otros vertebrados como anfibios y reptiles.

6. Recopila la información de las especies registradas en su unidad de observación
7. Elabora en equipo el reporte de campo

Recursos de apoyo

- Tabla de campo
- Formatos para captura de datos
- Lápiz
- Cámara fotográfica
- Equipo para acampar
- Medio de transporte

Práctica 2: Técnicas de muestreo poblacional

Duración

8 horas

Procedimiento

1. Llega al sitio y escucha las instrucciones generales de la práctica de campo y la logística correspondiente.
2. Se conforma en equipos de cuatro integrantes. Trabaja de manera independiente dentro de una unidad de vegetación asignada.
3. Cuenta con los formatos necesarios para el registro de datos, revisados previamente en clase.
4. Aplica las metodologías empleadas para el muestreo de recursos.
5. Obtiene datos para la estimación poblacional, el cálculo de índices de biodiversidad y la descripción del inventario de recursos abióticos.

Recursos de apoyo

- Tabla de campo
- Formatos para captura de datos
- Lápiz
- Cámara fotográfica
- Equipo para acampar
- Medio de transporte
- Cuerda de 3 metros
- Geoposinador
- Distanciómetro
- Estacas
- Brújula

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Organizadores gráficos
- Cuadros comparativos

XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70.

Para tener derecho a la práctica de campo es requisito tener al menos 80% de asistencia en sus clases teóricas y de taller.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales (3)	30%
– Portafolio de evidencias de taller	35%
– Informe de salida de campo	25%
– Asistencia a seminarios	10%
Total	100%

XII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Campbell, N. A., Urry, L. A., Mitchel, L. C., Wasserman, S. A., Minorsky, P.V., & Orr, R.B. (2024). Biología (12ª ed.). Pearson Educación.
- Freeman, S. (2014). Biological Science (5th ed.). Pearson Education. [clásica]
- Hickman, C. P., Roberts, L. S., Keen, S. L., Larson, A., & Eisenhour, D. J. (2019). Principios integrales de zoología (17ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2019). Biología de las plantas (8ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Sadava, D., Hillis, D. M., Heller, H. C., & Berenbaum, M. R. (2020). Vida: La ciencia de la biología (12ª ed.). Reverté. [clásica]
- Urrutia-Fucugauchi, J., & Pérez-Cruz, L. (Eds.). (2021). El origen de la Tierra y la vida: Perspectivas geológicas y biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Valdez, R., & Ortega-S., J. A. (Eds.). (2014). Ecología y manejo de fauna silvestre en México. Colegio de Postgraduados. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

XIII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología o áreas afines. Preferente con posgrado en Ciencias Biológicas. Con experiencia en docencia de mínimo dos años. Ser una persona responsable, respetuosa, ética y entusiasta que estimule la participación del alumnado, que fomente su interés en el área.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Cambio Ambiental y Sustentabilidad
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Rosa Ana De Luca Zuria Juana Claudia Leyva Aguilera Dalia Marcela Muñoz Pizza Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La asignatura ofrece una introducción al estudio del cambio ambiental global y sus implicaciones para la vida humana y no humana. Su propósito es que el estudiantado identifique los principales problemas ambientales contemporáneos y analice las propuestas de sustentabilidad en los ámbitos global, nacional y regional, con el fin de articular el conocimiento científico con el análisis social y la reflexión ética.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar los principales problemas ambientales contemporáneos mediante referentes teóricos interdisciplinarios, el análisis de casos y la integración de información científica y social, con el fin de comprender sus causas, consecuencias, así como identificar alternativas de sustentabilidad, actuando con justicia y empatía.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto final en equipo sobre un problema contemporáneo del cambio ambiental y propuesta de soluciones.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento crítico, compromiso con la responsabilidad social

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Crisis socioecológica global

Competencia

Analizar las manifestaciones principales del cambio ambiental global mediante la revisión de referentes científicos interdisciplinarios y el estudio de casos contemporáneos, con el propósito de comprender sus causas estructurales y sus consecuencias socioecológicas, fomentando una actitud crítica, responsable y orientada al cuidado de la vida.

Contenido

- 1.1. El cambio ambiental y sus principales manifestaciones globales
- 1.2. Principales causas y consecuencias socioambientales del cambio global
- 1.3. Límites planetarios
- 1.4. Bienes comunes: agua, aire, suelos y biodiversidad como bases de la vida y su disputa
- 1.5. Desarrollo sostenible y alternativas de sustentabilidad

Duración

8 horas

Unidad II. Pérdida de biodiversidad, deforestación y degradación de ecosistemas

Competencia

Examinar los procesos de pérdida de biodiversidad y degradación ecosistémica mediante el análisis de información ecológica, estudios de caso y debates actuales sobre conservación, para identificar sus causas, dinámicas y efectos socioambientales, con una actitud ética, empática y comprometida con la protección de la vida.

Contenido

- 2.1. Extinciones masivas y pérdida de hábitats
- 2.2. Cambio de uso de suelo, deforestación y fragmentación de ecosistemas
- 2.3. Sobreexplotación de recursos y especies
- 2.4. Consecuencias sociales y ecológicas de la pérdida de biodiversidad

Duración

8 horas

Unidad III. Cambio climático y contaminación

Competencia

Analizar las bases científicas del cambio climático y los procesos de contaminación mediante la integración de información biofísica, social y ética, para comprender sus impactos diferenciados en poblaciones humanas y ecosistemas, promoviendo una actitud de justicia climática y responsabilidad.

Contenido

- 3.1. Bases biofísicas y causas antrópicas del cambio climático
- 3.2. Evidencias actuales: fenómenos extremos, aumento de temperatura, océanos y suelos
- 3.3. Impactos sociales: vulnerabilidad diferenciada, justicia climática y migraciones
- 3.4. Contaminación del aire, agua y suelo: fuentes, efectos e impactos desiguales
- 3.5. Contaminación y salud global

Duración

8 horas

Unidad IV. Marco legal e institucional para la gobernanza ambiental**Competencia**

Interpretar el marco legal e institucional ambiental mediante la revisión y análisis de leyes, políticas públicas e instrumentos internacionales, para comprender las obligaciones del Estado y las herramientas de gobernanza socioambiental, con una actitud ética, informada y orientada al ejercicio de una ciudadanía responsable.

Contenido

- 4.1. El derecho a un medio ambiente sano en la Constitución Mexicana
- 4.2. Marco legal ambiental en México e instrumentos de la política ambiental
- 4.3. Instituciones nacionales para la gobernanza ambiental (CONANP, CONAGUA, PROFEPA, INECC)
- 4.4. Acuerdos e instrumentos internacionales

Duración

8 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**Unidad I. Crisis socioecológica global****Práctica 1. Identificación y análisis de un problema socioambiental en México****Duración**

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Identifica un problema socioambiental actual en México utilizando fuentes confiables.
3. Revisa información científica y social relacionada con sus causas y consecuencias.
4. Elabora un esquema que integre manifestaciones ambientales y sociales del problema.
5. Analiza la información y redacta un breve diagnóstico.
6. Integra tu trabajo en un documento para el portafolio de evidencias.

7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno
- Lápiz o bolígrafo
- Computadora
- Internet
- Lecturas proporcionadas por el/la docente

Unidad I. Crisis socioecológica global

Práctica 2. Mapeo de bienes comunes y conflictos socioambientales en Baja California

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Identifica bienes comunes relevantes en Baja California.
3. Mapea su localización mediante plataformas abiertas o mapas proporcionados.
4. Revisa documentos y reportes sobre conflictos socioambientales asociados.
5. Analiza impactos ambientales y sociales.
6. Representa de forma clara los elementos centrales del conflicto.
7. Entrega un mapa comentado y un breve análisis.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno
- Lápiz o bolígrafo
- Computadora
- Internet
- Lecturas proporcionadas por el/la docente

Unidad II. Pérdida de biodiversidad y degradación de ecosistemas

Práctica 3: Evaluación de especies o ecosistemas en riesgo en México

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.

2. Busca información en fuentes académicas, gubernamentales y comunitarias sobre alguna de la especie o ecosistema amenazado.
3. Identifica amenazas clave: pérdida de hábitat, sobreexplotación, contaminación, etc.
4. Analiza impactos ecológicos y sociales.
5. Elabora una ficha técnica con la síntesis de tu investigación.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno
- Lápiz o bolígrafo
- Computadora
- Internet
- Lecturas proporcionadas por el/la docente

Unidad II. Pérdida de biodiversidad y degradación de ecosistemas

Práctica 4: Análisis de cambios de uso de suelo y deforestación en Baja California

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Selecciona un área de Baja California con evidencia de cambio de uso de suelo.
3. Utiliza plataformas para comparar imágenes de distintos años.
4. Identifica procesos de deforestación, fragmentación o degradación.
5. Analiza factores humanos involucrados.
6. Elabora un informe sobre lo analizado.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno
- Lápiz o bolígrafo
- Computadora
- Internet
- Lecturas proporcionadas por el/la docente

Unidad III. Cambio climático y contaminación

Práctica 5: Evaluación de vulnerabilidad climática en una localidad de Baja California

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Selecciona una localidad de Baja California.
3. Evalúa factores de vulnerabilidad social y ambiental de cambio climático en la región.
4. Construye un pequeño perfil de riesgos.
5. Elabora un diagnóstico sobre los principales impactos que puede haber en la región derivado del cambio climático.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno
- Lápiz o bolígrafo
- Computadora
- Internet
- Lecturas proporcionadas por el/la docente

Unidad III. Cambio climático y contaminación

Práctica 6: Diagnóstico de contaminación del aire, agua o suelo en Baja California

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Selecciona un tipo de contaminación a analizar.
3. Revisa fuentes oficiales para obtener datos.
4. Identifica impactos sociales diferenciados.
5. Analiza vínculos entre contaminación y salud pública.
6. Redacta un diagnóstico y una propuesta para atender el problema.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno
- Lápiz o bolígrafo
- Computadora

- Internet
- Lecturas proporcionadas por el/la docente

Unidad IV. Gobernanza ambiental y marco legal

Práctica 7: Análisis de instituciones ambientales mexicanas y su funcionamiento

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Elige una institución ambiental mexicana.
3. Consulta su marco de acción, programas y atribuciones.
4. Analiza su relevancia para México y Baja California.
5. Evalúa limitaciones operativas o políticas.
6. Elabora una síntesis crítica.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cuaderno
- Lápiz o bolígrafo
- Computadora
- Internet
- Lecturas proporcionadas por el/la docente

Unidad IV. Gobernanza ambiental y marco legal

Práctica 8: Revisión crítica de acuerdos internacionales ambientales

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Selecciona un acuerdo internacional (Acuerdo de París, CITES, CBD, etc.).
3. Revisa objetivos, compromisos y mecanismos de implementación.
4. Analiza implicaciones para México.
5. Identifica retos, tensiones o vacíos.
6. Elabora un comentario crítico.

7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Cuaderno
- Lápiz o bolígrafo
- Computadora
- Internet
- Lecturas proporcionadas por el/la docente

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad III. Cambio climático y contaminación

Práctica 1: Diagnóstico socioambiental de un sitio contaminado

Duración

16 horas

1. Lee el protocolo de la práctica de campo y atiende las indicaciones del/ la docente
2. Cada docente seleccionará un sitio cercano con evidencia visible de contaminación
3. Integra un grupo de trabajo conformado por tres a cinco integrantes
4. Realiza la observación de campo registrando en una libreta de campo los principales tipos de contaminación (agua, suelo, aire, residuos, lumínica, ruido, etc.) y sus posibles fuentes
5. Toma evidencia fotográfica del área que muestra señales de contaminación, en las que sea posible
6. Elabora un mapa del área donde indica los puntos representativos de afectación
7. Identifica los efectos ecológicos y sociales visibles, como pérdida de vegetación, acumulación de basura, olores, contaminación del agua o impactos en la salud y bienestar de las personas
8. Registra la información obtenida y la clasifica en tres categorías: causas, impactos y respuestas
9. Elabora una matriz de actores (comunidad, gobierno, industria, academia) con sus intereses, responsabilidades, influencia y posibles colaboraciones
10. Analiza los datos obtenidos relacionando los hallazgos locales con los procesos globales de cambio climático, contaminación y desigualdad ambiental
11. Elabora un reporte grupal que incluya, una descripción general del sitio, tipo de contaminación observada; efectos ecológicos y sociales identificados; relación con procesos globales de cambio ambiental; consideraciones éticas y posibles acciones locales de mejora

Recursos de apoyo

- Ropa adecuada para campo (pantalones largos, botas y sombrero/gorra)

- Botiquín personal y medicamentos necesarios
- Libreta de campo, pluma/lápiz
- Agua y alimentos personales
- Celular, computadora personal y editor de texto para elaborar el reporte

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

Evaluaciones parciales	20%
Material de divulgación socioambiental	40%
Proyecto final en equipo	40%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Alió, M. À., Perxacs, H., y Tello, E. (2023). *¿Por qué la crisis ambiental? Contribuciones desde la ecología social*. Edicions de la Universitat de Barcelona.

Arias-Maldonado, M. (2018). *Antropoceno: La política en la era humana*. Editorial Taurus.

Balairón Ruiz, L., y Martín de Santa Olalla, F. J. (2001). *Agricultura y desertificación*. Mundi-Prensa.

Lezama, J. L. (2018). *Cambio climático, ciudad y gestión ambiental. Los ámbitos nacional e internacional* (1a ed.). El Colegio de México.

<https://libcon.rec.uabc.mx:2938/c/vfl6sr/ebook-viewer/epub/bhdetwasij?modal=cite>

Martínez-Orozco, J. M. (2023). *Adaptación al cambio climático: Aplicación a las infraestructuras y el espacio urbano*. Dextra Editorial.

Velayos Castelo, C. (2008). *Ética y cambio climático*. Desclée De Brouwer [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Klein, N. (2015). *Esto lo cambia todo: El capitalismo contra el clima*. Paidós [clásica]

Arias-Maldonado, M. (2018). *Antropoceno: La política en la era humana*. Editorial Taurus [clásica]

IPCC. (2023). *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

Whyte, K. (2020). *Indigenous climate change studies: Indigenizing futures, decolonizing the Anthropocene*. Cambridge University Press.

Haraway, D. (2016). *Staying with the trouble: Making kin in the Chthulucene*. Duke University Press [clásica]

XII. PERFIL DOCENTE

Contar con posgrado en ciencias ambientales, biología, ecología, ciencias sociales con orientación en sustentabilidad o áreas afines. La formación de base debe corresponder a disciplinas como biología, ciencias ambientales, ecología, geografía, estudios sociales o ciencias de la Tierra. Se solicita experiencia en docencia o en investigación aplicada sobre problemas socioambientales, gestión ambiental, educación para la sustentabilidad o análisis de ecosistemas y cambio ambiental. Se valorará la experiencia de campo y la colaboración con comunidades o instituciones ambientales. El perfil demanda comunicación clara, sensibilidad social, compromiso con la justicia ambiental, apertura al diálogo y trato respetuoso, asegurando un ambiente de aprendizaje inclusivo, crítico y orientado a la comprensión integral de los sistemas socioecológicos.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Química de la Vida
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 03 Horas Extra-clase: 03 Créditos:10
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Julio Enrique Valencia Suárez Manuel Alejandro Carballo Amador Carlos Alberto Flores López Ulises Gregorio Pacheco Bardullas
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito introducir al estudiantado a los principios fundamentales de la química general y orgánica, proporcionando la base conceptual y experimental necesaria para comprender los procesos biológicos a nivel molecular. Su finalidad es que el estudiantado desarrolle habilidades para identificar, analizar y aplicar conceptos químicos esenciales como estructura atómica, enlaces, soluciones, reacciones químicas, ácidos y bases en el contexto de la biología.

Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa básica, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Biología Molecular.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar los principios básicos de la química general y orgánica mediante el uso de técnicas experimentales, revisión de bibliografía y modelaje molecular, para la interpretación de procesos biológicos fundamentales, con responsabilidad, rigor científico, pensamiento crítico y ética profesional.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio Integrador

Deberá incluir una selección de los mejores reportes de laboratorio enfocados en propiedades de la materia, soluciones y biomoléculas, así como la resolución de problemas clave trabajados en los talleres.

Asimismo, incluirá una reflexión final sobre la relevancia de la química en la biología moderna, en la que cada estudiante argumenta la relación entre los principios químicos y los procesos biológicos fundamentales.

El portafolio evidenciará la comprensión integral, el pensamiento crítico y la capacidad de vincular teoría y práctica dentro del campo de las ciencias biológicas.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción a la química para biología

Competencia

Conectar la estructura atómica y las propiedades periódicas de los elementos con las características generales de la materia, mediante el uso técnicas experimentales, expositivas y resolución de problemas, para comprender la base material de los sistemas vivos, con precisión científica, orden y compromiso.

Contenido

- 1.1. Propiedades generales de la materia.
- 1.2. Conceptos fundamentales: átomo, molécula, elemento, compuesto, mezcla y densidad.
- 1.3. Estructura atómica: protones, neutrones y electrones.
- 1.4. Elementos y tabla periódica: tendencias periódicas relevantes en biología.
- 1.5. Nomenclatura inorgánica básica.

Duración

6 horas

Unidad II. Enlaces químicos y estructura molecular

Competencia

Interpretar los tipos de interacciones químicas fuertes y débiles mediante el análisis de la geometría y polaridad molecular, experimentación y revisión bibliográfica, para explicar la estabilidad y solubilidad de las sustancias biológicas con precisión, eficacia, trabajo autónomo y rigor científico.

Contenido

- 2.1. Enlaces iónicos: formación y propiedades.
- 2.2. Enlaces covalentes: simples, dobles, triples y coordinados.
- 2.3. Interacciones débiles: puentes de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals.
- 2.4. Geometría molecular.
- 2.5. Polaridad molecular y su influencia en la biología.

Duración

6 horas

Unidad III. Reacciones químicas y estequiometría

Competencia

Aplicar las leyes de conservación de la materia mediante la experimentación, el balanceo de ecuaciones, cálculos estequiométricos y revisión bibliográfica, para cuantificar procesos químicos, responsabilidad, trabajo autónomo, eficacia, rigor científico.

Contenido

- 3.1. Tipos de reacciones químicas: síntesis, descomposición, sustitución.
- 3.2. Balanceo de ecuaciones químicas.
- 3.3. Leyes de conservación de la masa y la energía.
- 3.4. Cálculos estequiométricos: relaciones mol-mol, masa-masa.

Duración

9 horas

Unidad IV. Soluciones, ácidos y bases, y pH

Competencia

Manipular soluciones químicas mediante la experimentación, el cálculo de concentraciones, la valoración del pH, revisión y análisis bibliográfico, para comprender los mecanismos de amortiguación en fluidos biológicos, con precisión, exactitud, responsabilidad y ética profesional.

Contenido

- 4.1. Tipos de soluciones y solubilidad.
- 4.2. Coloides en biología: importancia fisiológica.
- 4.3. Unidades de concentración: Molaridad, Normalidad, %, ppm.
- 4.4. Teorías de ácidos y bases (Arrhenius, Brønsted-Lowry).
- 4.5. Concepto y cálculo de pH y pOH.
- 4.6. Soluciones amortiguadoras (Buffers) y ecuación de Henderson-Hasselbalch.
- 4.7. Reacciones de neutralización

Duración

9 horas

Unidad V. Fundamentos de química orgánica

Competencia

Identificar las estructuras del carbono, grupos funcionales y tipos de isomería, mediante el modelaje molecular, revisión bibliográfica y análisis crítico para clasificar compuestos orgánicos según sus propiedades químicas con paciencia, ética y rigor científico.

Contenido

- 5.1. Estructura electrónica del carbono e hibridación
- 5.2. Propiedades físicas y químicas de compuestos orgánicos vs inorgánicos.
- 5.3. Grupos funcionales biológicos: alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, aminas, fosfatos (metilaciones, fosforilaciones).
- 5.4. Conceptos de polaridad y fuerzas intermoleculares en orgánica.
- 5.5. Isomería: estructural y estereoisometría.

Duración

9 horas

Unidad VI. Biomoléculas

Competencia

Conectar los conceptos de estructura química y grupos funcionales en el estudio de las macromoléculas mediante el análisis crítico, revisión bibliográfica y la caracterización experimental de biomoléculas, para comprender su función en las rutas metabólicas básicas, con una actitud crítica, honesta y rigor científico.

Contenido

- 6.1. Aplicación de conceptos químicos al estudio de biomoléculas.
- 6.2. Carbohidratos: estructura, enlace glucosídico y clasificación.
- 6.3. Proteínas: aminoácidos, enlace peptídico y niveles estructurales.
- 6.4. Lípidos: ácidos grasos, triglicéridos y fosfolípidos.
- 6.5. Ácidos nucleicos: nucleótidos y enlace fosfodiéster.
- 6.6. Introducción a la química de las rutas metabólicas.

Duración

9 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Introducción a la química para biología

Práctica 1: Nomenclatura y lenguaje químico

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación sobre reglas IUPAC de su docente.
2. Recibe ejercicios para trabajo en clase
3. Resuelve series de ejercicios de nomenclatura de óxidos, sales y ácidos.
4. Utiliza la tabla periódica para predecir estados de oxidación.
5. Discute en grupo la resolución de los ejercicios.
6. Registra sus resultados en su bitácora de taller.
7. Entrega bitácora y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Tabla periódica
- Problemario

Unidad III. Reacciones químicas y estequiometría

Práctica 2: Estequiometría aplicada

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente.
2. Recibe guía de ejercicios para trabajo en clase.
3. Analiza problemas de reacciones químicas en contextos biológicos.
4. Realiza el balanceo de ecuaciones complejas.
5. Calcula reactivo limitante y rendimiento teórico.
6. Resuelve ejercicios de conversión de unidades.
7. Discute en grupo la resolución de los ejercicios.
8. Registra sus resultados en su bitácora de taller.
9. Entrega bitácora y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora científica
- Guía de ejercicios

Unidad IV. Soluciones, ácidos y bases, y pH

Práctica 3: Cálculos de Concentración y pH

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente.
2. Recibe guía de ejercicios para trabajo en clase.
3. Resuelve problemas de preparación de soluciones (Molaridad, %).
4. Calcula el pH de soluciones de ácidos fuertes y débiles.
5. Simula matemáticamente la preparación de un buffer utilizando la ecuación de Henderson-Hasselbach.
6. Discute en grupo la resolución de los ejercicios.
7. Registra sus resultados en su bitácora de taller.
8. Entrega bitácora y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora
- Formulario
- Guía de ejercicios

Unidad VI. Biomoléculas

Práctica 4: Modelado molecular y grupos funcionales

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente.
2. Utiliza kits de modelos moleculares o software para construir moléculas orgánicas.
3. Identifica isómeros estructurales y espaciales (quiralidad).
4. Identifica y marca grupos funcionales en estructuras complejas de biomoléculas.
5. Discute en grupo los modelos elaborados.
6. Registra sus resultados en su bitácora de taller.
7. Entrega bitácora y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Kit de modelos moleculares
- Software de visualización
- Computadora con acceso a internet

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Introducción a la química para biología

Práctica 1: Seguridad, material y propiedades de la materia

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente.
2. Recoge el material de laboratorio del almacén.
3. Identifica el material de vidrio y equipos de seguridad.
4. Realiza mediciones de masa y volumen para determinar la densidad de líquidos y sólidos.
5. Separa una mezcla heterogénea utilizando métodos físicos (filtración/decantación).
6. Reporta los datos en su bitácora de laboratorio con el manejo correcto de cifras significativas.
7. Entrega bitácora y recibe retroalimentación del docente
8. Entrega material de laboratorio al almacén.

Recursos de apoyo

- Balanza
- Equipo de seguridad
- Probetas
- Pipetas
- Material de vidrio
- Muestras problema

Unidad II. Enlaces químicos y estructura molecular

Práctica 2: Enlaces químicos y conductividad

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente.
2. Recoge el material de laboratorio del almacén.
3. Identifica el material de laboratorio, reactivos y equipos de seguridad.
4. Prepara soluciones de diferentes compuestos (NaCl, sacarosa, etanol).
5. Mide la conductividad eléctrica para distinguir electrolitos de no electrolitos.
6. Determina la solubilidad de sustancias en disolventes polares y no polares.
7. Clasifica las sustancias según su tipo de enlace predominante.

8. Reporta los datos en su bitácora de laboratorio con el manejo correcto de cifras significativas.
9. Entrega bitácora y recibe retroalimentación del docente
10. Entrega material de laboratorio al almacén.

Recursos de apoyo

- Material de laboratorio y equipo de seguridad
- Conductímetro
- Vasos de precipitado
- Reactivos variados

Unidad III. Reacciones químicas y estequiometría

Práctica 3: Tipos de reacciones químicas

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente.
2. Recoge el material de laboratorio del almacén.
3. Identifica el material de laboratorio, reactivos y equipos de seguridad.
4. Realiza reacciones de precipitación, óxido-reducción y formación de complejos.
5. Observa evidencias de reacción (cambio de color, gas, precipitado).
6. Escribe las ecuaciones balanceadas correspondientes a cada experimento
7. Reporta los datos en su bitácora de laboratorio con el manejo correcto de cifras significativas.
8. Entrega bitácora y recibe retroalimentación del docente
9. Entrega material de laboratorio al almacén.

Recursos de apoyo

- Material de laboratorio y equipo de seguridad
- Reactivos generales

Unidad IV. Soluciones, ácidos y bases, y pH

Práctica 4: Preparación de soluciones

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente.
2. Recoge el material de laboratorio del almacén.

3. Identifica el material de laboratorio, reactivos y equipos de seguridad.
4. Realiza los cálculos para preparar soluciones a concentraciones molares y porcentuales específicas.
5. Pesa y disuelve los solutos correctamente.
6. Afora las soluciones en matraces volumétricos.
7. Realiza diluciones seriadas y calcula las nuevas concentraciones
8. Reporta los datos en su bitácora de laboratorio con el manejo correcto de cifras significativas.
9. Entrega bitácora y recibe retroalimentación del docente
10. Entrega material de laboratorio al almacén.

Recursos de apoyo

- Material de laboratorio y equipo de seguridad
- Matraces volumétricos
- Balanza analítica
- Pipetas

Práctica 5: pH y capacidad amortiguadora

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente.
2. Recoge el material de laboratorio del almacén.
3. Identifica el material de laboratorio, reactivos y equipos de seguridad.
4. Calibra el potenciómetro (medidor de pH).
5. Mide el pH de diversas soluciones biológicas y comerciales.
6. Prepara una solución buffer (ej. acetato o fosfato).
7. Agrega pequeñas cantidades de ácido/base fuerte y observa la resistencia al cambio de pH en comparación con el agua (capacidad amortiguadora).
8. Reporta los datos en su bitácora de laboratorio con el manejo correcto de cifras significativas.
9. Entrega bitácora y recibe retroalimentación del docente.
10. Entrega material de laboratorio al almacén.

Recursos de apoyo

- Material de laboratorio y equipo de seguridad
- Potenciómetro
- Soluciones buffer estándar
- Reactivos

Unidad V. Fundamentos de química orgánica

Práctica 6: Identificación de grupos funcionales

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente.
2. Recoge el material de laboratorio del almacén.
3. Identifica el material de laboratorio, reactivos y equipos de seguridad.
4. Realiza pruebas cualitativas para identificar alcoholes, aldehídos/cetonas y ácidos carboxílicos.
5. Observa los cambios de coloración o formación de precipitados.
6. Relaciona la reactividad química con la estructura del grupo funcional.
7. Reporta los datos en su bitácora de laboratorio con el manejo correcto de cifras significativas.
8. Entrega bitácora y recibe retroalimentación del docente
9. Entrega material de laboratorio al almacén.

Recursos de apoyo

- Material de laboratorio y equipo de seguridad
- Baño maría,
- Reactivos de identificación específicos.

Unidad VI. Biomoléculas

Práctica 7: Caracterización de biomoléculas

Duración

9 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente.
2. Recoge el material de laboratorio del almacén.
3. Identifica el material de laboratorio, muestras biológicas, reactivos y equipos de seguridad.
4. Realiza la prueba de Benedict y Lugol para carbohidratos.
5. Realiza la prueba de Biuret para identificación de proteínas y enlace peptídico.
6. Realiza la prueba de Sudán III y solubilidad para lípidos.
7. Extrae ADN de una muestra vegetal sencilla (fresa/cebolla) observando las propiedades de solubilidad de los ácidos nucleicos.
8. Reporta los datos en su bitácora de laboratorio con el manejo correcto de cifras significativas.

9. Entrega bitácora y recibe retroalimentación del docente
10. Entrega material de laboratorio al almacén.

Recursos de apoyo

- Material de laboratorio y equipo de seguridad
- Muestras biológicas
- Reactivos colorimétricos
- Centrífuga

Práctica 8: Integración

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Recibe instrucciones del docente sobre los reportes de laboratorio y taller a incluir en el portafolio de evidencias.
2. Prepara su portafolio de evidencias.
3. Elabora una presentación sobre su portafolio de evidencias.
4. Presenta ante la clase los resultados obtenidos durante el semestre.
5. Entrega del portafolio de evidencias.
6. Recibe retroalimentación del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Proyector

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados. Estas estrategias deben seleccionarse en función del tipo de competencia, el nivel cognitivo y la naturaleza del contenido.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas.
- Aprendizaje cooperativo.
- Discusión guiada
- Instrucción guiada.

Estrategia de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para organizar, adquirir, comprender y aplicar el conocimiento. Estas estrategias deben promover el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje autorregulado
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Nota: para tener derecho a examen ordinario debe de aprobar las prácticas de laboratorio.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Prácticas de laboratorio	30%
- Prácticas de taller.....	10%
- Portafolio integrador	30%
Total.....	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Alberts, B., Heald, R., Johnson, A., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2022). *Molecular biology of the cell* (7.^a ed.). W. W. Norton & Company. [Clásica]
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2021). *Lehninger principles of biochemistry* (8.^a ed.). W. H. Freeman.
- Tro, N. J. (2020). *Química: Una introducción a la química general, orgánica y biológica* (7.^a ed.). Pearson Educación.
- Zumdahl, S. S., & Zumdahl, S. A. (2020). *Chemistry: An atoms first approach* (4.^a ed.). Cengage Learning.
- Timberlake, K. C. (2018). *Chemistry: An introduction to general, organic, and biological chemistry* (13th ed., global ed.). Pearson Education. [Clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- American Chemical Society. (2024). *Chemistry for Life: Educational Resources*.
<https://www.acs.org/education.html>
- Khan Academy. (2024). *Lecciones de Química y Biología*. <https://es.khanacademy.org/science>
- Ball, J. W., Hill, J. W., & Scott, R. J. (2022). *The basics of general, organic, and biological chemistry*. LibreTexts.
[https://www.google.com/search?q=https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Chemistry/The_Basics_of_General_Organic_and_Biological_Chemistry_\(Ball_et_al\)](https://www.google.com/search?q=https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Chemistry/The_Basics_of_General_Organic_and_Biological_Chemistry_(Ball_et_al)).
- Clark, M. A., Douglas, M., & Choi, J. (2018). *Biology 2e*. OpenStax.
<https://openstax.org/details/books/biology-2e>
- Ahern, K., Rajagopal, I., & Tan, T. (2017). *Biochemistry free for all* (Version 1.3). Oregon State University. <https://biochem.oregonstate.edu/content/biochemistry-free-and-easy>

XIV. PERFIL DOCENTE

Se requiere posgrado en Química, Biología o área afín, con experiencia comprobable en docencia y un manejo sólido de herramientas y técnicas de laboratorio químico. Deberá demostrar dominio en nomenclatura, cálculos y procedimientos de extracción de compuestos orgánicos, así como experiencia en la enseñanza y práctica de la química general y/o biológica. Se valorará el compromiso con la formación integral del estudiantado, la promoción de ambientes inclusivos y el fortalecimiento del pensamiento científico.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Física General
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 01 Horas Laboratorio: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	José Manuel López Rodríguez Héctor Francisco Ortiz Kerbertt
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Física General es fundamental en la formación del biólogo, pues aporta las bases científicas que permiten comprender los procesos físicos que sustentan los fenómenos biológicos, desde la mecánica del movimiento hasta la bioelectricidad y la transferencia de energía. Su estudio dota a las y los estudiantes de pensamiento crítico y responsabilidad, así como de habilidades para medir, modelar, analizar e interpretar fenómenos naturales mediante la aplicación de principios físicos y el uso de herramientas experimentales y digitales. Pertenece a la etapa básica del plan de estudios y es de carácter obligatorio del área de las ciencias exactas y naturales; constituye un soporte indispensable para cursos posteriores de la licenciatura en Biología y garantiza una formación sólida para la integración interdisciplinaria y el aprendizaje autónomo.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los principios de la Mecánica, Mecánica de Fluidos, Óptica, Acústica, Transferencia de Calor, y Electricidad y Magnetismo, mediante mediciones con análisis dimensional, modelación y simulación, resolución de problemas y prácticas de laboratorio con instrumentación básica y recursos digitales, para explicar, predecir y resolver cuantitativamente fenómenos relevantes en sistemas biológicos con el propósito de sustentar decisiones y comunicar resultados con claridad en contextos de la biología; esto con rigor científico, pensamiento crítico y compromiso ético.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto experimental integrador: Realizar un experimento aplicado a fenómenos físicos en sistemas biológicos como mecánica, fluidos, ondas, calor o electricidad, mediante mediciones con unidades SI, modelación o simulación y análisis de resultados, para interpretar implicaciones biológicas y comunicar hallazgos en un informe técnico y defensa breve que considere la estimación de incertidumbres en las mediciones.

Portafolio de resolución de problemas contextualizados: Elaborar un portafolio que incluya la resolución de problemas típicos de la Física General, así como problemas contextualizados en la vida diaria aplicados a la Biología (movimiento, circulación, visión, regulación térmica, bioelectricidad), mediante la selección de modelos, análisis dimensional, desarrollo matemático paso a paso y verificación de resultados.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico, Vida Saludable y Apropiación de las Culturas a través de la Lectura y la Escritura.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Mecánica

Competencia

Aplicar los principios de cinemática, dinámica y conservación de la energía mediante modelación, análisis dimensional y ejercicios contextualizados, para explicar y resolver problemas de movimiento y trabajo en sistemas biológicos, con rigor científico, pensamiento crítico y honestidad.

Contenido

- 1.1. Mediciones y sistemas de unidades
 - 1.1.1. Medidas, magnitudes físicas, sistemas de unidades, análisis dimensional, órdenes de magnitud, análisis de errores e incertidumbres
- 1.2. Cinemática
 - 1.2.1. Sistemas de referencia. Movimiento rectilíneo. Velocidad. Aceleración. Efectos de la aceleración en los seres vivos
- 1.3 Dinámica
 - 1.3.1 Leyes de Newton
 - 1.3.2. Fuerzas en sistemas biológicos. Efectos de la aceleración en los seres vivos
 - 1.3.3 Trabajo y energía cinética
 - 1.3.4 Energía potencial y conservación de la energía
 - 1.3.4 Potencia y eficiencia
 - 1.3.5 Aplicaciones en consumo energético en los seres vivos

Duración

7 horas

Unidad II. Fluidos y presión

Competencia

Aplicar conceptos de densidad, presión, principios de Pascal, Arquímedes y Bernoulli, mediante la experimentación y resolución de problemas para explicar y modelar fenómenos de circulación, ósmosis y difusión en sistemas vivos, con responsabilidad y ética científica.

Contenido

2.1. Fluidos en reposo

2.1.1. Densidad, volumen específico, peso específico, densidad relativa, tensión superficial, capilaridad, cohesión, adhesión, viscosidad

2.1.1. Concepto de presión hidrostática

2.1.2. Principio de Pascal, Arquímedes y flotabilidad

2.2. Fluidos en movimiento

2.2.1. Gasto, ecuación de continuidad, ecuación de la conservación de energía para un fluido (Ecuación de Bernoulli)

2.2.2. Osmosis y difusión

2.2.3. Aplicaciones al sistema circulatorio de los seres vivos

2.3. Leyes de los gases

2.3.1 Temperatura y calor

2.3.2. Calor específico y capacidad calorífica

2.3.3. Ley de los gases ideales

2.3.4. Ley de los gases no ideales (Ecuación de Van der Waals)

Duración

5 horas

Unidad III. Ondas, luz y sonido

Competencia

Interpretar fenómenos ondulatorios, ópticos y acústicos, en sistemas biológicos mediante actividades experimentales, la resolución de problemas, el análisis de datos y el uso de simuladores para comprender el funcionamiento de instrumentos de laboratorio y procesos biológicos asociados a la luz y el sonido, con actitud crítica y autonomía.

Contenido

3.1. Movimiento ondulatorio

3.1.1. Características de las ondas mecánicas y electromagnéticas

3.2. Comportamiento de la luz

3.2.1. La luz como onda y como partícula

3.2.2. Principales fenómenos relacionados con la luz: Refracción, difracción, interferencia, reflexión y dispersión, efecto Doppler, luminiscencia y fluorescencia

3.3. Interacción de la luz con los seres vivos

3.3.1. Fotosíntesis en las hojas de las plantas. Sistemas de visión en los animales. Síntesis de la vitamina D

3.3.2. Formación de imágenes con una lente

3.3.3. El ojo como un sistema de lentes

3.3.4. La retina y defectos en la visión: Miopía, hipermetropía, cataratas, daltonismo, desprendimiento de retina

- 3.3.5. Funcionamiento de un microscopio elemental
- 3.4. La audición
 - 3.4.1. Interacción de las ondas mecánicas con el oído
 - 3.4.2. Aplicaciones a la audición y ecolocalización

Duración

10 horas

Unidad IV. Mecanismos de transferencia del calor

Competencia

Aplicar los mecanismos de conducción, convección y radiación de calor, mediante mediciones, modelación y análisis de casos para explicar la regulación térmica en organismos, con una actitud científica, de respeto y compromiso ambiental.

Contenido

- 4.1. Conceptos fundamentales
 - 4.1.1. Concepto de equilibrio térmico
 - 4.1.2. Gradiente de temperatura y flujo de calor
- 4.2. Mecanismos de transferencia de calor
 - 4.2.1. Conducción térmica: Ley de Fourier. Conductividad térmica en la piel
 - 4.2.2. Radiación: Ley de Stefan-Boltzmann. Emisión y absorción de radiación infrarroja en animales
 - 4.2.3. Convección: Natural y forzada. El entorno y la eficiencia de la convección

Duración

5 horas

Unidad V. Electricidad y magnetismo

Competencia

Aplicar conceptos de carga, campo, potencial, corriente y magnetismo, mediante prácticas con circuitos básicos, simulaciones y problemas, para explicar fenómenos de bioelectricidad y biomagnetismo en sistemas vivos, con una actitud responsable y ética profesional.

Contenido

- 5.1. Fundamentos
 - 5.1.1 Una reseña histórica
 - 5.1.2. Carga eléctrica, Ley de Coulomb, campo eléctrico, potencial eléctrico. Diferencial de potencial en membranas celulares
- 5.2. Corriente eléctrica
 - 5.2.1. Corriente directa y alterna

5.2.2. Ley de Ohm, resistencia, voltaje y corriente

5.2.3. Conductores y aisladores

5.2.4. Aplicaciones a electrofisiología y estimulación muscular

5.3. Magnetismo

5.3.1. El campo magnético: Definición y líneas de campo

5.3.2. Campo magnético creado por cargas en movimiento

5.3.3. Fuerza magnética sobre cargas en movimiento

5.3.4. Inducción electromagnética

5.3.5. Aplicaciones en sistemas biológicos: Magnetorrecepción en aves y peces.

Inducción electromagnética en sistemas biológicos.

Duración

5 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Mecánica

Práctica 1: Análisis dimensional

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente y forma equipos pequeños.
2. Identifica magnitudes y unidades SI en fórmulas de cinemática y dinámica.
3. Verifica homogeneidad dimensional en tres expresiones y corrige inconsistencias.
4. Estima órdenes de magnitud en un ejemplo sencillo.
5. Presenta una síntesis de la validez del modelo utilizado.
6. Entrega a su docente para retroalimentación

Recursos de apoyo

- Hoja de ejercicios
- Calculadora
- Pizarrón

Práctica 2: Cinemática con video (análisis cuadro a cuadro)

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente.
2. Observa un video de movimiento rectilíneo proporcionado por su docente.
2. Registra posiciones a tiempos regulares y calcula velocidad promedio.
3. Grafica posición contra tiempo y compara con MRU o MRUA.
4. Discute efectos de la aceleración en organismos vivos.
5. Entrega una hoja con cálculos, gráficas y conclusión.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Video ejemplo proporcionado por el docente
- Computadora o teléfono inteligente
- Calculadora
- Cuaderno
- Simuladores

Práctica 3: Fuerzas y diagramas de cuerpo libre

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente.
2. Dibuja diagramas de cuerpo libre de tres situaciones biológicas (agarre, apoyo, tracción).
3. Aplica las Leyes de Newton para estimar fuerzas.
4. Contrasta resultados con límites fisiológicos razonables.
5. Reporta supuestos y posibles errores conceptuales.
6. Entrega actividad para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Plantillas de diagramas de cuerpo libre
- Calculadora
- Pizarrón
- Marcadores
- Simuladores

Práctica 4: Trabajo, energía y potencia de locomoción

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente
2. Resuelve dos problemas sobre trabajo y energía en movimientos típicos (subir escaleras, saltar).
3. Calcula potencia y eficiencia e interpreta el costo energético del movimiento.
4. Expone brevemente frente a grupo el criterio que maximiza la eficiencia.
5. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Hoja de problemas
- Calculadora
- Cuaderno
- Simuladores

Unidad II. Fluidos y presión

Práctica 5: Hidrostática aplicada (presión y flotabilidad)

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente
2. Calcula presión hidrostática a distintas profundidades (2 casos)
3. Aplica el principio de Arquímedes para estimar flotabilidad (2 casos)
4. Relaciona resultados con ejemplos biológicos (vejiga natatoria y flotabilidad en semillas)
5. Presenta frente a grupo un cuadro con resultados y conclusiones
6. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Hoja de problemas
- Calculadora
- Cuaderno
- Simuladores

Práctica 6: Ecuación de continuidad y principio de Bernoulli

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente

2. Resuelve 3 ejercicios de la ecuación de continuidad (cambio de área y velocidad).
3. Aplica la ecuación de Bernoulli en un caso de flujo sanguíneo idealizado.
4. Resume supuestos y límites del modelo (flujo laminar no viscoso)
5. Entrega resumen y ejercicios para recibir retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Hoja de problemas
- Calculadora
- Cuaderno
- Simuladores

Práctica 7: Difusión y ósmosis con modelos sencillos

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente
2. Usa un modelo discreto (tabla) para simular la difusión de partículas entre compartimientos
3. Estima tiempos característicos y gradientes.
4. Discute el rol del tamaño celular en grupo.
5. Concluye con 2 implicaciones biológicas (transporte, homeostasis).
6. Entrega reporte con sus conclusiones y recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Tabla de datos
- Hoja de ejemplos
- Cuaderno
- Calculadora
- Simuladores

Unidad III. Ondas, luz y sonido

Práctica 8: Parámetros de onda y relación $v = f\lambda$

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente
2. Resuelve 6 ejercicios breves para determinar velocidad, frecuencia y longitud de onda en ondas mecánicas.
3. Interpreta cómo cambia la percepción al modificar la frecuencia y la longitud de onda.

4. Cierra con un ejemplo aplicado de señalización animal o biofotónica.
5. Entrega ejercicios y el ejemplo resultante para recibir retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Hoja de ejercicios
- Calculadora
- Pizarrón
- Simuladores

Práctica 9: Óptica geométrica del ojo

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente.
2. Traza rayos en lentes delgadas y calcula la formación de imagen.
3. Modela casos de miopía e hipermetropía con lentes correctoras.
4. Relaciona con el funcionamiento de la retina y formación de imágenes.
5. Entrega reporte con la relación y resultados de los casos revisados para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Calculadora
- Regla
- Simuladores

Práctica 10: Sonido, decibelios y ecolocalización

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente
2. Convierte niveles de intensidad sonora a decibelios y estima atenuación con distancia..
3. Estima distancia usando tiempo de eco.
4. Relaciona con la ecolocalización en animales.
5. Entrega reporte con la relación y resultados obtenidos para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Hoja de problemas
- Calculadora
- Cuaderno

- Simuladores

Unidad IV. Mecanismos de transferencia de calor

Práctica 11: Conducción y ley de Fourier en la piel

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente.
2. Calcula flujo de calor por conducción con la Ley de Fourier en la piel.
3. Compara materiales biológicos como grasa y piel y discute su efecto aislante.
4. Relaciona con la eficiencia del aislamiento térmico.
5. Entrega un reporte con las conclusiones obtenidas para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Hoja de datos
- Calculadora
- Cuaderno
- Simuladores

Práctica 12: Enfriamiento convectivo (ley de enfriamiento de Newton)

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente.
2. Resuelve 3 casos de convección natural y forzada.
3. Analiza el impacto del viento y el área expuesta en la pérdida de calor.
4. Redacta una recomendación para termorregulación en campo.
5. Entrega recomendación y conclusiones generales para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Hoja de datos
- Casos de convección natural y forzada
- Calculadora
- Cuaderno
- Simuladores

Práctica 13: Radiación térmica y balance energético

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente
2. Calcula potencia radiada con la ley de Stefan - Boltzmann
3. Integra radiación y convección para un balance simple.
4. Relaciona con adaptaciones de animales al clima (pelaje, plumaje, coloración)
5. Entrega un reporte con la relaciones y conclusiones generales obtenidas para retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Hoja de datos
- Calculadora
- Cuaderno
- Simuladores

Unidad V. Electricidad y magnetismo

Práctica 14: Bioelectricidad y potencial de membrana

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente
2. Revisa el concepto de carga y diferencia de potencial en membranas.
3. Analiza un esquema simple de señal eléctrica en neuronas.
4. Discute la importancia de la bioelectricidad en la comunicación celular en grupo.
5. Entrega reporte de conclusiones generales sobre la actividad para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Esquemas impresos
- Hoja de datos
- Cuaderno
- Calculadora
- Simuladores

Práctica 15: Conductores, aisladores y aplicaciones biológicas

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente
2. Clasifica ejemplos cotidianos como conductores o aisladores.
3. Relaciona con el funcionamiento de tejidos biológicos.
4. Elabora tres recomendaciones de seguridad básica en el manejo de electricidad.
5. Entrega reporte con recomendaciones y conclusiones para retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Lista de materiales
- Hoja de trabajo
- Cuaderno
- Calculadora
- Simuladores

Práctica 16: Magnetismo en la naturaleza

Duración

1 hora

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente
2. Revisa el concepto de campo magnético de manera cualitativa.
3. Identifica ejemplos de magnetorrecepción en aves y peces.
4. Discute aplicaciones biomédicas simples como la resonancia magnética en grupo.
5. Entrega reporte de conclusiones sobre actividad para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Imágenes ilustrativas
- Material de lectura breve
- Cuaderno
- Simuladores

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Mecánica

Práctica 1: Determinación del área de superficies irregulares

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente
2. Tomar fotografías de objetos irregulares como plantas.
3. Abrir las imágenes en ImageJ.
4. Calibrar el número de píxeles de una imagen abierta en el programa en unidades de longitud con ayuda de una regleta.
5. Entrega reporte de resultados para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Teléfono inteligente
- Programa ImageJ
- Computadora

Práctica 2: Mediciones directas e incertidumbres**Duración**

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente.
2. Identificar la resolución del instrumento
3. Determinar a partir de lo anterior la incertidumbre asociada al instrumento
4. Medir las dimensiones lineales de diferentes objetos con dos diferentes instrumentos y reportarlas con su respectiva incertidumbre
5. Medir el volumen de un líquido con una probeta graduada y anotarlo con su respectiva incertidumbre
6. Medir el peso de diferentes objetos con una balanza digital
7. Entrega reporte con las conclusiones de las mediciones para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Regla
- Vernier
- Probeta
- Balanza digital
- Calculadora
- Cuaderno

Práctica 3: Movimiento con rapidez constante**Duración**

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Mide una distancia de 20 m.
3. Divide la distancia de 20 m en intervalos de 2 m.
4. Ubica un estudiante en cada marca de los intervalos.
5. Desplaza a cada estudiante de una marca a la siguiente y toma el tiempo que a cada uno le toma desplazarse entre marcas.
6. Registra los datos en una tabla, graficar y hace un ajuste por mínimos cuadrados para determinar la pendiente (rapidez).
7. Entrega reporte de conclusiones y resultados obtenidos para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cinta métrica
- Calculadora
- Cuaderno

Práctica 3: Movimiento con rapidez constante

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Mide una distancia de 20 m.
3. Divide la distancia de 20 m en intervalos de 2 m.
4. Ubica un estudiante en cada marca de los intervalos.
5. Desplaza a cada estudiante de una marca a la siguiente y toma el tiempo que a cada uno le toma desplazarse entre marcas.
6. Registra los datos en una tabla, graficar y hace un ajuste por mínimos cuadrados para determinar la pendiente (rapidez).
7. Entrega reporte de conclusiones y resultados obtenidos para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Teléfono inteligente
- Flexómetro
- Gis
- Cuaderno

Unidad II. Fluidos y presión

Práctica 4: Determinación de la densidad de una esfera de metal

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Determina el diámetro de una esfera con un calibrador vernier, con su respectiva incertidumbre.
3. Mide la masa con su respectiva incertidumbre.
4. Calcula el volumen de la esfera con su respectiva propagación de incertidumbre.
5. Determina la densidad de la esfera con su respectiva propagación de incertidumbre.
6. Determina el material con el que está hecha la esfera.
7. Entrega reporte de conclusiones y resultados para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Esfera de metal
- Calibrador vernier
- Balanza digital
- Cuaderno
- Calculadora

Práctica 5: Estimación de la densidad la sangre usando el concepto de presión hidrostática

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Mide la presión sanguínea en el brazo a la altura del corazón.
3. Mide la presión arterial en un tobillo.
4. Determina la diferencia de presión
5. Aplica la ecuación presión hidrostática en un fluido para estimar la densidad de presión en la sangre
6. Entrega reporte de conclusiones y resultado de la actividad para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Baumanómetro digital
- Cinta de medir flexible
- Cuaderno
- Calculadora

Práctica 6: Densidad del cuerpo humano

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Modela el cuerpo humano como constituido por trece cilindros.
3. Mide la circunferencia y altura de cada cilindro con su respectiva incertidumbre.
4. Calcula el volumen de cada cilindro y obtiene el volumen total con su respectiva propagación de incertidumbres.
5. Mide la masa del cuerpo con una báscula con su respectiva incertidumbre.
6. Determina la densidad del cuerpo humano con su respectiva incertidumbre.
7. Entrega reporte de conclusiones y resultados de la actividad para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cinta métrica flexible
- Calculadora
- Cuaderno

Práctica 7: Ley de Boyle

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Retira la aguja de una jeringa de 10 mL o más y sella el orificio de la jeringa.
3. Sostiene la jeringa en posición vertical con el émbolo extendido.
4. Coloca una masa de peso conocido sobre el émbolo y observa la compresión que produce.
5. Anota el volumen que ahora ocupa el aire dentro de la jeringa.
6. Mide el diámetro del émbolo con un vernier y calcula su área.
7. Calcula la presión ejercida sobre el aire usando el área calculada y la fuerza ejercida por la pesa.
8. Repite para obtener diferentes valores de las masas y grafica la presión versus volumen.
9. Comprueba que el producto presión x volumen es constante

10. Entrega reporte con las conclusiones y resultados obtenidos, para su revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Jeringa de 10 mL o más
- Conjunto de masas de diferente peso
- Computadora o teléfono inteligente con aplicación para graficar como Excel o Geogebra

Práctica 8: Determinación del peso molecular del butano

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Llena una tina con agua
3. Llena hasta el tope una probeta graduada introducirla invertida en la tina
4. Ubica un encendedor comercial debajo de la probeta invertida y abre la válvula para que el gas desplaza el agua.
5. Registra el peso del encendedor antes y después del experimento.
6. Indica la presión mediante la longitud de la columna de agua; mide la temperatura ambiente con un termómetro y registra el volumen directamente en la probeta.
7. Aplica la ecuación del estado del gas ideal para obtener el número de moles y determina la masa consumida y el peso molecular.
8. Entrega reporte de conclusiones y resultados obtenidos para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Tina de agua
- Probeta graduada de 250 mL
- Termómetro
- Encendedor desechable
- Balanza digital

Unidad III. Ondas, luz y sonido

Práctica 9: Espectros de emisión y polarización de la luz

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Observa con rejillas de difracción el contenido espectral de diferentes fuentes de luz: lámparas LED, incandescentes, llama de magnesio, sodio, etcétera.
3. Guarda el registro fotográfico de los espectros obtenidos
4. Observa un objeto cualquiera a través de un filtro polarizador y luego a través de dos filtros cruzados
5. Observa la reflexión de la luz en las mesas de trabajo con un filtro polarizador cerca del ojo, o bien la reflexión en un vidrio en posición horizontal.
6. Observa diferentes regiones del cielo con un filtro polarizador.
7. Entrega reporte de observación y conclusiones generales para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Rejillas de difracción
- Fuentes de luz
- Filtros polarizadores

Práctica 10: Formación de imágenes en el ojo y defectos de visión

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Estima la distancia focal de una lente convergente usando las lámparas del laboratorio, mueve el lente sobre el suelo a diferentes posiciones hasta que se observe una imagen nítida de las lámparas.
3. Forma con el lente, sobre una pantalla blanca una imagen nítida de un objeto brillante, como una foto, un gif o un video reproducido en un teléfono inteligente
4. Mide las distancias objeto e imagen y comprueba que se cumple la ecuación del lente delgado.
5. Repite la formación de la imagen sobre la retina del kit del modelo del ojo humano
6. Simula un defecto de visión ya sea por la introducción de lente o por el desplazamiento del objeto e identifica si la imagen nítida debiera formarse delante o detrás de la retina.
7. Introduce la lente apropiada para corregir el defecto simulado, ya sea miopía, hipermetropía o astigmatismo.
8. Entrega reporte y conclusiones generales de la actividad para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Lupas
- Regla
- Teléfono inteligente
- Kit del modelo de ojo humano

Unidad IV. Mecanismos de transferencia de calor

Práctica 11: Equilibrio térmico

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Pesa dos masas diferentes de agua contenidas en vasos de precipitados.
3. Calienta cada una a diferentes temperaturas.
4. Mezcla agita y mide la temperatura final de la mezcla.

5. Comprueba que la temperatura final es consistente con lo predicho por la teoría.
6. Entrega reporte y conclusiones generales de la actividad para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Balanza digital
- Vasos de precipitados
- Plancha térmica
- Termómetro

Unidad V. Electricidad y magnetismo.

Práctica 12: Ley de Ohm

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Coloca el resistor en el protoboard y conecta sus terminales a una fuente de alimentación variable de corriente directa (CD).
3. Conecta un amperímetro en serie y un voltímetro en paralelo.
4. Varía el voltaje de la fuente y registra los valores medidos en el amperímetro y en el voltímetro.
5. Gráfica corriente vs voltaje en Excel, Geogebra o cualquier otra aplicación.
6. Entrega reporte y conclusiones generales de la actividad para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

1. Protoboard
2. Resistores
3. Dos Multímetros
4. Fuente de alimentación variable

Práctica 13: Visualización de señales en osciloscopio

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente.
2. Conecta un generador de señales en cualquiera de los canales de un osciloscopio.
3. Selecciona en el generador una señal senoidal de cualquier frecuencia y amplitud.
4. Ajusta las escalas vertical y horizontal del osciloscopio de manera que la señal se visualice claramente.

5. Mide en el osciloscopio la amplitud, período y frecuencia de la señal.
6. Repite para señales cuadradas, triangulares y diente de sierra.
7. Entrega reporte y conclusiones generales de la actividad para revisión y retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Osciloscopio
- Generador de señales

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategias de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados. Estas estrategias deben seleccionarse en función del tipo de competencia, el nivel cognitivo y la naturaleza del contenido.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para organizar, adquirir, comprender y aplicar el conocimiento. Estas estrategias deben promover el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	20%
- Prácticas de taller	20%
- Prácticas de laboratorio	20%
- Proyecto experimental integrador	20%
- Portafolio de resolución de problemas contextualizados	20%
Total	100%

XII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Moore, T. A., & García Hernández, A. E. (2021). *Física. Volumen I* (3ª ed.). McGraw-Hill Interamericana de España. ISBN 978-1456287672.

Serway, R. A., Jewett, J. W., & García Hernández, A. E. (2021). *Física 1. Problemas y soluciones* (Adaptación y revisión técnica). Cengage Learning. ISBN-978-607-570-052-6.

Ramírez de Arellano, J. M., Robledo-Rella, V., & Delgado Jiménez, N. (2024). *Física III* (1.ª ed.). Cengage Learning.

Flores Moreno, N. E. (2023). *Física moderna* (1.ª ed.). Cengage Learning.

Serway, R. A., Jewett, J. W., & García Hernández, A. E. (2022). *Introducción a la Física* (1.ª ed.). Cengage Learning.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2021). *Fundamentals of Physics* (12.^a ed.). Wiley.

Pérez Montiel, H. (2023). *Física general* (6.^a ed.). Grupo Editorial Patria. ISBN 978-607-744-7214.

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2021). *Fundamentals of physics, extended* (12th ed.). Wiley. ISBN 9781119801337

Cutnell, J. D., Johnson, K. W., Young, D., & Stadler, S. (2021). *Physics* (12th ed.). Wiley. ISBN 9781119773511

Urone, P. P., & Hinrichs, R. (2022). *College physics* (2nd ed.). OpenStax. ISBN 9781711470999

XIII. PERFIL DOCENTE

La persona docente de la unidad de aprendizaje de Física General deberá contar con formación en Física, Ingeniería, Matemáticas o áreas afines, preferentemente con grado de maestría o doctorado, así como con experiencia en docencia universitaria. Se requiere dominio de los fundamentos de mecánica, fluidos, ondas, calor, electricidad y magnetismo, con la capacidad de vincular dichos contenidos a procesos biológicos y ambientales.

Asimismo, deberá poseer competencias para diseñar e implementar estrategias didácticas activas como resolución de problemas, talleres y análisis de casos y para utilizar prácticas experimentales que favorezcan la comprensión y aplicación de los conceptos físicos en contextos biológicos. Se espera que fomente el pensamiento crítico, la autonomía y la ética profesional, además de actitudes de responsabilidad, colaboración y compromiso con el aprendizaje científico.

Finalmente, la persona docente deberá contribuir al desarrollo integral del estudiantado de Biología, promoviendo la apropiación de herramientas conceptuales y prácticas que fortalezcan su formación interdisciplinaria y su capacidad de innovación.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Matemáticas para Ciencias Biológicas
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 01 Horas Taller: 04 Horas Extra-clase: 01 Créditos: 06
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	José Manuel López Rodríguez Héctor Ortiz Kerbert
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proporcionar los fundamentos esenciales de Matemáticas para Ciencias Biológicas que permitan a las personas desarrollar la capacidad de utilizar el pensamiento matemático para comprender, modelar y analizar fenómenos propios de la Biología. Se busca que el estudiantado adquiera herramientas matemáticas fundamentales para interpretar relaciones cuantitativas, describir procesos de cambio y acumulación, y aplicar estos conceptos en la resolución de problemas de su disciplina, fortaleciendo con ello su formación científica integral. Esta unidad de aprendizaje pertenece a la etapa básica, con carácter obligatorio.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Modelar fenómenos biológicos de cambio y acumulación mediante funciones y ecuaciones diferenciales, para construir y aplicar modelos elementales que fundamenten decisiones cuantitativas en biodiversidad, biología molecular y sistemas socioecológicos, con rigor científico, integridad y responsabilidad social.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto integrador de modelación biológica con funciones, cálculo e EDO: Informe técnico (5–8 páginas), cuaderno de trabajo (hoja de cálculo o notebook) con cálculos y gráficas, presentación breve (5–7 min).

Estudio de caso cuantitativo con resolución de problemas contextualizados: Hoja(s) de solución con desarrollo paso a paso, gráficas de funciones/ derivadas, justificación breve.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Funciones

Competencia

Modelar fenómenos biológicos de cambio mediante el reconocimiento, la representación y la comparación de funciones algebraicas, exponenciales y logarítmicas, así como la selección y

justificación de modelos elementales (Malthus, logístico, Gompertz, ley de enfriamiento) usando definiciones formales, representaciones gráficas y herramientas digitales, para fundamentar explicaciones y decisiones cuantitativas en biodiversidad, biología molecular y sistemas socioecológicos, actuando con rigor científico, integridad y responsabilidad social.

Contenido

- 1.1. Conceptos básicos de Teoría de Conjuntos
 - 1.1.1. Definiciones
 - 1.1.2. Operaciones básicas: Unión, intersección, complemento
- 1.2. Funciones
 - 1.2.1. Definición
 - 1.2.2. Variables dependiente, independiente y argumento de una función
 - 1.2.3. Tipos de funciones y sus gráficas: Algebraicas, trascendentales, exponenciales y logarítmicas
 - 1.2.4. Función inversa
- 1.3. Aplicaciones: Modelo de Malthus, modelo logístico, modelo de Gompertz, ley de enfriamiento de Newton

Duración

4 horas

Unidad II. Concepto de derivada y su significado

Competencia

Analizar fenómenos biológicos mediante la cuantificación de tasas de cambio, relacionando su significado geométrico con problemas de la disciplina y empleando límites y derivadas con reglas de derivación y representaciones simbólicas y gráficas, para fundamentar decisiones sobre variación y sensibilidad de parámetros, actuando con precisión, honestidad académica y responsabilidad en el manejo de datos.

Contenido

- 2.1. Límites
 - 2.1.1. Concepto
 - 2.1.2. Cálculo de límites elementales: Límites por sustitución directa, límites en el infinito y límites infinitos sobre funciones elementales
- 2.2. La derivada
 - 2.2.1. Definición
 - 2.2.2. Tasa de cambio promedio e instantánea
 - 2.2.3. Significado geométrico
 - 2.2.4. Reglas de derivación de funciones algebraicas, exponenciales y logarítmicas
 - 2.2.5 Derivadas de orden superior

Duración

4 horas

Unidad III. Análisis de funciones utilizando la derivada**Competencia**

Optimizar funciones asociadas a modelos de crecimiento mediante criterios de la primera y segunda derivada (puntos críticos, concavidad e inflexión) y contrastar los supuestos del modelo con datos o escenarios, para interpretar umbrales, capacidad de carga y estabilidad en sistemas biológicos, actuando con pensamiento crítico, rigor y compromiso profesional.

Contenido

- 3.1. Máximos y mínimos
 - 3.1.1. Puntos críticos
 - 3.1.2. Criterio de la primera derivada
- 3.2. Concavidad
 - 3.2.1. Puntos de inflexión
 - 3.2.1. Criterio de la segunda derivada
- 3.3. Aplicaciones con modelos de crecimiento (Malthus, logístico, von Bertalanffy, ley de enfriamiento de Newton)

Duración

4 horas

Unidad IV. La integral**Competencia**

Estimar procesos de acumulación y decaimiento en contextos biológicos mediante el cálculo de integrales como antiderivadas, la resolución de ecuaciones diferenciales por separación de variables y el uso del Teorema Fundamental del Cálculo, cambios de variable y representaciones analíticas y gráficas, para interpretar los resultados de manera responsable, actuando con disciplina y ética.

- 4.1. Aproximación conceptual al concepto de la integral
- 4.2. La integral como antiderivada
- 4.3. Enunciación del Teorema fundamental del Cálculo
- 4.4. Integrales simples por cambio de variable
- 4.5. Aplicaciones
 - 4.5.1. Cálculo del promedio de una función continua definida en un intervalo
 - 4.5.2. Solución de ecuaciones diferenciales por separación de variables aplicados a modelos biológicos

Duración

4 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**Unidad I. Funciones****Práctica 1: Conceptos de funciones*****Duración***

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios sobre identificación de funciones e intersección con los ejes coordenados a partir de su gráfica.
3. Identifica los intervalos donde la función es continua, creciente y decreciente.
4. Resuelve los ejercicios de manera individual, aplicando tus conocimientos y técnicas de análisis de funciones.
5. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón, explicando tu procedimiento al grupo.
6. Analiza y reflexiona sobre las soluciones presentadas por tus compañeros, comparando métodos y resultados.
7. Contribuye a la construcción del conocimiento grupal mediante la discusión y retroalimentación de los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Práctica 2: Funciones exponenciales y logarítmicas***Duración***

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios aplicando el concepto de función inversa para resolver ecuaciones que involucren funciones exponenciales y logarítmicas.
3. Aplica correctamente las leyes de los logaritmos y las leyes de los exponentes en la resolución de los ejercicios. Resuelve los ejercicios de manera individual, asegurando la correcta aplicación de los conceptos matemáticos.
4. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón y explicando tu procedimiento al grupo. Analiza y reflexiona sobre las soluciones de tus compañeros, comparando métodos y resultados.
5. Contribuye a la construcción del conocimiento grupal mediante la discusión y retroalimentación de los ejercicios resueltos

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Práctica 3: Funciones exponenciales y logarítmicas

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Forma un equipo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios aplicando las herramientas y estrategias aprendidas previamente.
3. Resuelve los ejercicios de manera colaborativa, asegurando la correcta aplicación de los conceptos.
Cada equipo expone sus resultados ante el grupo, explicando el procedimiento y los hallazgos obtenidos.
4. Participa en el análisis y discusión de los resultados de los demás equipos, identificando aciertos y áreas de mejora.
5. Contribuye a la construcción del conocimiento grupal mediante la retroalimentación y reflexión sobre los temas expuestos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Práctica 4: Funciones exponenciales y logarítmicas

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios relacionados con el **comportamiento de funciones** a través del análisis de sus gráficas.
3. Utiliza **escalas logarítmicas y semilogarítmicas** para ajustar los ejes coordenados según sea necesario.
4. Resuelve los ejercicios de manera individual, aplicando correctamente las técnicas de análisis gráfico.
5. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón, explicando tu procedimiento al grupo.
6. Analiza y reflexiona sobre las soluciones de tus compañeros, comparando métodos y resultados.
7. Contribuye a la construcción del conocimiento grupal mediante la discusión y retroalimentación de los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Práctica 5: Funciones trigonométricas y sus inversas

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios aplicando el **concepto de función inversa** y el **uso de identidades trigonométricas** para resolver ecuaciones que involucren funciones trigonométricas.
3. Resuelve los ejercicios de manera individual, aplicando correctamente los procedimientos y propiedades trigonométricas.
4. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón, explicando tu procedimiento al grupo.
5. Analiza y reflexiona sobre las soluciones de tus compañeros, comparando métodos, resultados y estrategias.
6. Contribuye a la construcción del conocimiento grupal mediante la discusión y retroalimentación de los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Unidad II. Concepto de derivada y su significado

Práctica 6: Límites

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios aplicados a **diversas funciones**, avanzando de los casos más simples a los más complejos.
3. Resuelve los ejercicios de manera individual, aplicando los conceptos y procedimientos aprendidos.
4. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón, explicando tu razonamiento y resultados al grupo.
5. Analiza y reflexiona sobre las soluciones de tus compañeros, comparando métodos y estrategias de resolución.
6. Contribuye a la construcción del conocimiento grupal mediante la **discusión y retroalimentación** de los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Práctica 7: Tasas de cambio promedio e instantánea utilizando el concepto de límite

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios relacionados con la naturaleza de la derivada como límite, aplicando los conceptos teóricos revisados en clase.
3. Resuelve los ejercicios de manera individual, asegurando la correcta interpretación del proceso de derivación a partir del límite.
4. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón, explicando tu procedimiento y resultados al grupo.
5. Analiza y reflexiona sobre las soluciones de tus compañeros, comparando enfoques y resultados.
6. Contribuye a la construcción del conocimiento grupal mediante la discusión y retroalimentación de los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Práctica 8: Derivada por fórmula

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios relacionados con las **reglas de derivación** aplicadas a **funciones simples y compuestas** de tipo algebraico.
3. Resuelve los ejercicios de manera individual, aplicando correctamente las reglas de derivación revisadas en clase.
4. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón, explicando tu procedimiento y razonamiento al grupo.
5. Analiza y reflexiona sobre las soluciones de tus compañeros, contrastando métodos y resultados.
6. Contribuye a la **construcción del conocimiento grupal** mediante la discusión y retroalimentación de los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Práctica 9: Derivada por fórmula

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios relacionados con las reglas de derivación aplicadas a funciones simples y compuestas de tipo trascendental.
3. Resuelve los ejercicios de manera individual, aplicando correctamente las reglas de derivación correspondientes a cada tipo de función.
4. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón, explicando tu procedimiento y resultados al grupo.
5. Analiza y reflexiona sobre las soluciones de tus compañeros, comparando estrategias y procedimientos.
6. Contribuye a la construcción del conocimiento grupal mediante la discusión y retroalimentación de los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Unidad III. Análisis de funciones utilizando la derivada

Práctica 10: Aplicaciones de la derivada

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios sobre **puntos críticos y puntos de inflexión en funciones algebraicas y trascendentales**, utilizando como herramienta la **primera y segunda derivada**.
3. Resuelve los ejercicios de manera individual, aplicando correctamente los criterios de derivación y análisis de concavidad.
4. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón, explicando tu procedimiento y los resultados obtenidos.
5. Analiza y reflexiona sobre las soluciones de tus compañeros, comparando métodos y resultados.
6. Contribuye a la **construcción del conocimiento grupal** mediante la discusión y retroalimentación de los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Práctica 11: Problema de optimización

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios de **optimización**, aplicando los **criterios de la primera y segunda derivada** para determinar máximos y mínimos.
3. Resuelve los ejercicios de manera individual, justificando cada procedimiento y resultado obtenido.
4. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón, explicando tu razonamiento al grupo.
5. Analiza y reflexiona sobre las soluciones de tus compañeros, contrastando enfoques y estrategias de resolución.
6. Contribuye a la **construcción del conocimiento grupal** mediante la discusión y retroalimentación de los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Práctica 12: Aplicaciones a modelos de crecimiento

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Forma un equipo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios relacionados con tasas de cambio instantáneas aplicadas a modelos de crecimiento en temas de interés.
3. Desarrolla los ejercicios de manera colaborativa, aplicando correctamente los conceptos y procedimientos de derivación.
4. Expón los resultados obtenidos ante el grupo, explicando el procedimiento seguido y la interpretación de los resultados.
5. Participa en el análisis y discusión de las presentaciones de los demás equipos, ofreciendo observaciones constructivas.
6. Contribuye al proceso de retroalimentación y reflexión colectiva, fortaleciendo la comprensión de los temas abordados.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Unidad IV. La integral

Práctica 13: Integrales

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios de cálculo integral, aplicando las fórmulas básicas de integración tanto para integrales definidas como indefinidas.
3. Resuelve los ejercicios de manera individual, verificando la correcta aplicación de los procedimientos de integración.
4. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón, explicando tu procedimiento y resultados al grupo.
5. Analiza y reflexiona sobre las soluciones de tus compañeros, comparando métodos y estrategias.
6. Contribuye a la construcción del conocimiento grupal mediante la discusión y retroalimentación de los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Práctica 14: Integrales por sustitución

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Forma un grupo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios de cálculo integral, aplicando métodos avanzados de integración, en particular el método de sustitución, para resolver integrales definidas e indefinidas de mayor complejidad.
3. Resuelve los ejercicios de manera individual, asegurando la correcta aplicación del método y la interpretación de los resultados.
4. Participa voluntariamente resolviendo algunos ejercicios en el pizarrón, explicando tu procedimiento paso a paso.
5. Analiza y reflexiona sobre las soluciones de tus compañeros, comparando estrategias y verificando la validez de los resultados.
6. Contribuye a la construcción del conocimiento grupal mediante la discusión y retroalimentación colectiva de los ejercicios resueltos.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

Práctica 15: Aplicación de las integrales

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Forma un equipo de trabajo con tus compañeros.
2. Plantea la resolución de ejercicios relacionados con la resolución de ecuaciones diferenciales por separación de variables aplicadas a problemas de interés.
3. Desarrolla los ejercicios de manera colaborativa, asegurando la correcta aplicación de los pasos para separar variables e integrar.
4. Cada equipo expone los resultados obtenidos ante el grupo, explicando el procedimiento seguido y la interpretación de los resultados.
5. Participa en el análisis y discusión de las presentaciones de los demás equipos, ofreciendo observaciones y retroalimentación constructiva.
6. Contribuye al proceso de reflexión y construcción colectiva del conocimiento, fortaleciendo la comprensión de los temas abordados.

Recursos de apoyo

- Notas de clase
- Ejercicios propuestos
- Libros

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	20%
- Prácticas de taller	20%
- Proyecto integrador de modelación biológica con funciones	30%
- Estudio de caso cuantitativo	30%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Anton, H., Bivens, I. C., & Davis, S. (2021). *Calculus: Early Transcendentals* (12th ed.). Wiley.
- Larson, R., & Edwards, B. H. (2023). *Cálculo diferencial* (1ª ed.). Cengage Learning.
- Larson, R., & Edwards, B. H. (2023). *Cálculo diferencial e integral* (1ª ed.). Cengage Learning.
- Larson, R., & Edwards, B. H. (2023). *Calculus* (12th ed.). Cengage Learning.
- Mendelson, E. (2022). *Schaum's Outline of Calculus* (7th ed.). McGraw Hill.
- Stewart, J., Clegg, D., & Watson, S. (2021). *Cálculo de varias variables: trascendentes tempranas* (9ª ed., versión en español). Cengage Learning.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Ahsan, S., & Ahsan, B. (2021). *Textbook of Differential Calculus* (3ª ed.). PHI Learning.
- Hughes-Hallett, D., Gleason, A. M., McCallum, W. G., Flath, D., Gordon, S. P., Lovelock, D., ... & Tecosky-Feldman, J. (2020). *Calculus: Single Variable* (8th ed.). Wiley.
- Legare Street Press. (2022). *Differential and Integral Calculus* (Hardcover). Legare Street Press.
- Stewart, J., Clegg, D., & Watson, S. (2022). *Calculus: Early Transcendentals* (9ª ed.). Cengage Learning.

XIV. PERFIL DOCENTE

Formación de posgrado (maestría o doctorado preferentemente) en Matemáticas Aplicadas, Bioestadística, Ciencias Biológicas o afines. Se sugiere experiencia en modelado y análisis cuantitativo de fenómenos biológicos y ecológicos. Se recomienda integrar conceptos matemáticos y herramientas computacionales para guiar al estudiantado en la interpretación y resolución de problemas biológicos, con rigor científico, ética profesional y responsabilidad en el manejo de datos.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Invertebrados
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Julio Lorda Solórzano
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Este curso tiene como propósito introducir al estudiantado en la terminología básica y principales conceptos de la zoología, así como proveer las bases teóricas y metodológicas para reconocer los fundamentos de la organización del reino animal, su diversidad y las relaciones filogenéticas entre los diferentes grupos de invertebrados no artrópodos, como herramienta fundamental en la formación de un biólogo para evaluar e interpretar la diversidad animal con fines de manejo y conservación de los recursos naturales. Se imparte en etapa básica, es de carácter obligatoria y pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Establecer la identidad taxonómica de los invertebrados a través del análisis morfológico, reproducción y ecología para determinar su diversidad regional y su importancia en la naturaleza con actitud analítica y respetuosa.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluye las tareas, las prácticas de laboratorio, y el reporte de práctica de campo.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción a Metazoarios

Competencia

Distinguir los fundamentos y/o conceptos esenciales de sistemática y filogenia a través de la comprensión de las principales características morfológicas y embrionarias de los metazoarios para identificar a los invertebrados y sus relaciones evolutivas con actitud analítica y pensamiento crítico.

Contenido

- 1.1. Introducción a sistemática y filogenias
- 1.2. Características morfológicas y embrionarias de los metazoarios (Bauplan)

Duración

4 horas

Unidad II. Placozoa, Porifera y Cnidarios**Competencia**

Distinguir las principales características morfológicas, embrionarias, taxonómicas y ecológicas de los Placozoa, Porifera y Cnidarios para identificar su importancia biológica y ecológica con actitud analítica, pensamiento crítico y respeto a la naturaleza.

Contenido

- 2.1. Morfología y anatomía funcional de placozoa, poríferos y cnidarios
- 2.2. Principales clases y órdenes de las divisiones porifera y cnidaria
- 2.3. Importancia biológica y ecológica de poríferos y cnidarios
- 2.4. Ecología de arrecifes de coral

Duración

4 horas

Unidad III. Acelomados**Competencia**

Distinguir las principales características morfológicas, embrionarias, taxonómicas y ecológicas de los Acelomados para identificar su importancia biológica y ecológica con actitud analítica, pensamiento crítico y respeto a la naturaleza.

Contenido

- 3.1. Morfología y anatomía funcional de acelomados: platelmintos

Duración

2 horas

Unidad IV. Pseudocelomados**Competencia**

Distinguir las principales características morfológicas, embrionarias, taxonómicas y ecológicas de los Pseudocelomados para identificar su importancia biológica y ecológica con actitud analítica, pensamiento crítico y respeto a la naturaleza.

Contenido

- 4.1. Morfología y anatomía funcional de pseudocelomados: rotíferos, nemátodos y grupos relacionados
- 4.2. Principales clases y órdenes de las divisiones rotifera y nematoda
- 4.3. Importancia biológica, ecológica y económica de platelmintos, rotíferos y nemátodos

Duración

4 horas

Unidad V. Celomados: Anélidos, Moluscos y Equinodermos

Competencia

Distinguir las principales características morfológicas, embrionarias, taxonómicas y ecológicas de los Anélidos, Moluscos y Equinodermos para identificar su importancia biológica y ecológica con actitud analítica, pensamiento crítico y respeto a la naturaleza.

Contenido

- 5.1. Morfología y anatomía funcional de annelida
- 5.2. Ecología de meiofauna
- 5.3. Ecología de chimeneas hidrotermales
- 5.4 Morfología y anatomía funcional de mollusca
- 5.5. Morfología y anatomía funcional de echinodermata
- 5.6. Principales clases y ordenes de los filos mollusca, annelida y echinodermata
- 5.7. Importancia biológica, ecológica y económica de los filos mollusca, annelida y echinodermata.
- 5.8. Ecología de la zona intermareal y comunidades bentónicas

Duración

10 horas

Unidad VI. Deuterostomados lofoforados y menores

Competencia

Distinguir las principales características morfológicas, embrionarias, taxonómicas y ecológicas de los Deuterostomados para identificar su importancia biológica y ecológica con actitud analítica, pensamiento crítico y respeto a la naturaleza.

Contenido

- 6.1. Morfología y anatomía funcional de deuterostomados lofoforados: branchiopoda, phoronida, bryozoa, entoprocta
- 6.2. Morfología y anatomía funcional de deutorostomados menores: chaetognatha, hemichordata, cephalochordata, urochordata)
- 6.3. Importancia biológica, ecológica y económica de los deuterostomados

6.4. Ecología del holoplankton

Duración

4 horas

Unidad VII. Evolución y filogenias

Competencia

Comparar los fundamentos y/o conceptos esenciales de la sistemática tradicional y molecular a través de la comprensión de las principales características morfológicas y moleculares para identificar a los invertebrados y sus relaciones evolutivas con actitud analítica y pensamiento crítico.

Contenido

7.1. Filogenias tradicionales y moleculares

Duración

4 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad II. Placozoa, Porifera y Cnidarios

Práctica 1: Porifera

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el material proporcionado
3. Dibuja el aspecto general de una esponja marina, indicando forma, color y consistencia.
Rotula: ósculos, zona de fijación, espículas.
4. Dibuja y observa las espículas de la esponja.
5. Investiga: ¿Cuál es la importancia biológica y ecológica de las esponjas?, asimismo, investiga sobre las sustancias terapéuticas extraídas de las esponjas.
6. Escribe y entrega tu reporte de laboratorio.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- 1 microscopio estereoscópico
- 1 microscopio compuesto por parejas (de dos estudiantes)
- 1 caja de Petri
- 1 pipeta Pasteur con perilla de goma
- 1 caja de disección (agujas y pinzas de disección)
- 1 charola

Unidad II. Placozoa, Porifera y Cnidarios

Práctica 2: Cnidaria

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el material proporcionado.
3. Dibuja el aspecto general de los cnidarios en el laboratorio, indicando forma general del cuerpo, fase (pólipo o medusa), localización de la boca, tentáculos.
4. Dibuja el corte transversal de anémona (Clase Antozoa).
5. Observa e identifica la anémona.
6. Localiza y anota las diferentes partes del pólipo y medusa.
7. Escribe y entrega tu reporte de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- 1 microscopio estereoscópico
- 1 microscopio compuesto por parejas (de dos estudiantes)
- 1 caja de Petri
- 1 pipeta Pasteur con perilla de goma
- 1 caja de disección (agujas y pinzas de disección)
- 1 charola

Unidad III. Acelomados

Práctica 3: Platemintos

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el material proporcionado.
3. Dibuja el aspecto general del caracol.

4. Dibuja el caracol.
5. Diseccionar caracol con martillo.
6. Observa la parte posterior del caracol sin concha debajo del estereoscopio y busca la presencia de trematodos.
7. Observa los diferentes estadios y método de movimiento de las cercarias.
8. Utiliza la guía taxonómica para determinar la especie del trematodo.
9. Investiga: ¿Cuáles son los principales parásitos de la División Platelminos en la región? ¿Qué problemas representan estos parásitos en el estado de Baja California (factores económicos y sociales, factores ecológicos, etc)?
10. Escribe y entrega tu reporte de laboratorio.
11. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- 1 microscopio estereoscópico
- 1 microscopio compuesto por parejas (de dos estudiantes)
- 3 cajas de Petri
- 1 gotero
- 1 pipeta Pasteur con perilla de goma
- 1 caja de disección (agujas y pinzas de disección)
- 2 portaobjetos
- 4 cubreobjetos
- 1 charola

Unidad IV. Pseudocelomados

Práctica 4: Rotífera

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el material proporcionado.
3. Toma material con la pipeta y deposita varias gotas sobre el portaobjetos.
4. Haga una revisión rápida bajo la lupa de su microscopio y verifique la presencia de organismos.
5. Cubra y observe con detenimiento con el objetivo de 10x o 40x, según se requiera.
6. Por un lado del cubreobjetos ponga un poco de polvo de carmín.
7. Observa el movimiento de las partículas cercanas al organismo.
8. Escribe y entrega tu reporte de laboratorio.
9. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- 1 pipetas Pasteur
- Polvo de carmín

- 1 microscopio compuesto
- 2 portaobjetos
- 4 cubreobjetos
- Papel secante

Unidad IV. Pseudocelomados

Práctica 5: Nemátoda

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el material proporcionado.
3. Haz un corte longitudinal del pescado empezando por el ano hasta las aletas torácicas.
4. Separa la piel hacia los lados con ayuda de agujas de disección y clavarlas en la parafina de la charola.
5. Examina las vísceras y encuentra nemátodos.
6. Con una pinza deposita los nematodos en un caja Petri.
7. Toma un nematodo con una pipeta y deposítalo junto con varias gotas sobre el portaobjetos.
8. Cubra y observe con detenimiento con el objetivo de 10x o 40x, según se requiera
9. Dibuja la anatomía externa e interna del nemátodo y responda las siguientes preguntas.
10. ¿Es posible reconocer el sexo de los organismos estudiados? ¿cómo lo logra?
11. En la región oral ¿Qué estructuras son notorias? ¿Para qué le sirven al organismo? Haga esquemas de estructura orales y nombrelas.
12. Observa la cutícula del animal. ¿Presenta algo típico en ella? ¿Qué son estas estructuras? ¿Para qué sirven?
13. Escribe y entrega tu reporte de laboratorio.
14. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Estuche de disección
- 1 microscopio estereoscopio
- 3 cajas de Petri
- 1 par de guantes desechables
- Agujas de disección
- 1 charola de disección
- 1 Piceta
- Papel secante
- 2 pipetas Pasteur con bulbo

Unidad V. Celomados: Anélidos, Moluscos y Equinodermos

Práctica 6: Anélida

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el material proporcionado.
3. Haz dibujos de la anatomía externa.
4. Cubre el fondo de la charola con papel secante previamente humedecido.
5. Encima coloca un organismo vivo y observa cuidadosamente su ejemplar.
6. Haz un corte longitudinal del organismo.
7. Separa la piel hacia los lados con ayuda de agujas de disección y clavarlas en la parafina de la charola.
8. Observa los órganos internos e identifícalos.

Recursos de apoyo

- Estuche de disección
- 1 microscopio estereoscopio
- 2 cajas de Petri
- Agujas de disección
- 1 charola de disección
- 1 Piceta
- Papel secante

Unidad V. Celomados: Anélidos, Moluscos y Equinodermos

Práctica 7: Moluscos: Gasterópodos y Poliplacóforos

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el material proporcionado.
3. Haz dibujos de la anatomía externa.
4. Haz una disección de los organismos y sácalos de su concha.
5. Haz dibujos de la anatomía interna.

Recursos de apoyo

- Estuche de disección
- 1 microscopio estereoscopio
- 2 cajas de Petri
- Agujas de disección
- 1 charola de disección
- 1 Piceta
- Papel secante
- 1 Piceta con Alcohol

Unidad V. Celomados: Anélidos, Moluscos y Equinodermos

Práctica 8: Moluscos: Bivalvos

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el material proporcionado.
3. Haz dibujos de la anatomía externa.
4. Haz una disección de los organismos.
5. Haz dibujos de la anatomía interna.

Recursos de apoyo

- Estuche de disección
- 1 microscopio estereoscopio
- 2 cajas de Petri
- Agujas de disección
- 1 charola de disección
- 1 Piceta

- Papel secante
- 1 Piceta con Alcohol

Unidad V. Celomados: Anélidos, Moluscos y Equinodermos

Práctica 9: Cefalópodos

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el material proporcionado.
3. Haz dibujos de la anatomía externa.
4. Haz una disección de los organismos.
5. Haz dibujos de la anatomía interna.

Recursos de apoyo

- Estuche de disección
- 1 microscopio estereoscopio
- 2 cajas de Petri
- Agujas de disección
- 1 charola de disección
- 1 Piceta
- Papel secante

Unidad V. Celomados: Anélidos, Moluscos y Equinodermos

Práctica 10: Equinodermata

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa el material proporcionado.
3. Haz dibujos de la anatomía externa.
4. Haz una disección de los organismos.
5. Haz dibujos de la anatomía interna.

Recursos de apoyo

- Estuche de disección
- 1 microscopio estereoscopio
- 2 cajas de Petri
- Agujas de disección

- 1 charola de disección
- 1 Piceta
- Papel secante

XI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Práctica 1: Intermareal rocoso

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Visita la zona intermareal del campus Punta Morro
2. Escucha y atiende orientaciones docentes durante la práctica.
3. Observa con atención el entorno, las actividades que realizan.
4. Trabaja en equipo con tus compañeros para realizar transectos en la zona intermareal
5. Utiliza cuadrantes para medir las abundancias de los organismos
6. Identifica a nivel de especie los organismos encontrados utilizando las guías de campo
7. Documentar la experiencia mediante fotos, dibujos o esquemas y /o Registra en tu cuaderno.
8. Elabora reporte o evidencia de la práctica de campo.

Recursos de apoyo

- Ropa cómoda
- Sombrero o cachucha
- Tenis o botas de neopreno que se puedan mojar
- Transectos
- Cuadrantes
- Guías taxonómicas
- Cámara fotográfica o teléfono celular con cámara

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Visitas a campo

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	50%
- Prácticas de laboratorio	20%
- Práctica de campo	10%
- Tareas	10%
- Portafolio	10%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Pechenik, J. A. (2015). *Biology of the invertebrates*. (7th ed.). McGraw-Hill.

Gotshall, Daniel. (2005). *Guide to marine invertebrates: Alaska to Baja California*. (2a.revisión). Sea Challengers.

Brusca, R. C., Giribet, G., & Moore, W. (2023). *Invertebrates*. (4th ed.). Sinauer Associates, Inc., Publishers.

Halanych, K. M. (2016). The New View of Animal Phylogeny. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35(2004), 229–256.

Gregory, T. R. (2008). Understanding Evolutionary Trees. *Evolution: Education and Outreach*, 1(2), 121–137.

Hechinger, R. F. (2019). Guide to the trematodes (Platyhelminthes) that infect the California horn snail (*Cerithideopsis californica*: Potamididae: Gastropoda) as first intermediate host. *Zootaxa*, 4711(3), 459–494.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Lorda, J. (2025). *Invertebrados*. <https://juliolorda.org/invertebrados/>

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología o áreas afines. De preferencia con posgrado y/o especialidad en Zoología. Debe tener experiencia docente mínima de 2 años. Ser responsable, que fomente el trabajo en equipo y el pensamiento crítico, organizado, tolerante y empático.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Microbiología
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 03 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:08
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Alfredo Francisco Yanez Montalvo Socorro Jimenez Valera Estrella Azalia Nuñez Zarco
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Microbiología permitirá comprender la diversidad, estructura, fisiología y función ecológica de los microorganismos, reconociendo su papel esencial en los procesos biogeoquímicos, las interacciones biológicas y su impacto en la salud, el ambiente y la biotecnología. Además de entender cómo los mecanismos de la vida a nivel microscópico y su influencia en los ecosistemas y en las actividades humanas. El estudiantado adquiere conocimientos básicos, desarrolla habilidades como el manejo seguro de material biológico, la observación, aislamiento, cultivo e identificación de microorganismos tanto a nivel morfológico como molecular y asumen actitudes de responsabilidad, ética y bioseguridad en su práctica científica. Esta unidad forma parte de la etapa básica de formación, tiene carácter obligatorio y se ubica en el área de Biodiversidad y constituye un requisito esencial para avanzar en cursos posteriores relacionados con la biodiversidad microbiana y las aplicaciones biológicas de los microorganismos.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la diversidad, morfología, fisiología y funciones ecológicas de los principales grupos de microorganismos mediante el uso de fundamentos teóricos y técnicas microbiológicas básicas, para relacionar y explicar su papel en los ecosistemas, la salud y la biotecnología, con rigor científico, responsabilidad y conciencia ambiental.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluye los reportes de cada práctica y su bitácora de laboratorio y campo con registros, esquemas y análisis de observaciones microbiológicas que evidencian el manejo técnico y la aplicación de normas de bioseguridad.

Material de divulgación científica (infografía, video, cápsula o artículo) que comunique la diversidad microbiana y sus aspectos en ecología, salud y biotecnología.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

V. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social y Excelencia.

VI. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Biodiversidad microbiana

Competencia

Distinguir los principales dominios de la vida y grupos de microorganismos mediante la observación y reconocimiento de sus características morfológicas, metabólicas y genéticas, para comprender su diversidad y relaciones evolutivas dentro del árbol de la vida, con responsabilidad, actitud analítica y reflexiva.

Contenido

- 1.1. Perspectiva histórica de la microbiología
 - 1.1.1. El descubrimiento de los microorganismos
 - 1.1.2. Breve historia de la microbiología
- 1.2. El árbol de la vida y la clasificación microbiana
 - 1.2.1. Último ancestro común (LUCA) y último ancestro común eucarionte (LECA)
 - 1.2.2. Los tres dominios: Bacteria, Archaea y Eucarya
 - 1.2.3. Concepto de especie en microorganismos
 - 1.2.4. Taxonomía polifásica: criterios fenotípicos, genotípicos y filogenéticos
- 1.3. Estructura y función de la célula procariota y eucariota
- 1.4. Grupos de microorganismos: Bacterias, Arqueas, Hongos, Protistas, Microalgas
- 1.5. Agentes acelulares: virus, viroides y priones

Duración

6 horas

Unidad II. Crecimiento de microorganismos, metabolismo, biosíntesis y nutrición

Competencia

Aplicar las metodologías microbiológicas básicas enfocadas a los procesos de crecimiento, metabolismo y nutrición microbiana mediante la realización de técnicas de diferenciación para comprender las estrategias metabólicas de obtención de energía en distintos grupos de microorganismos, con rigor científico y responsabilidad ambiental.

Contenido

- 2.1. Crecimiento bacteriano
 - 2.1.1. División celular
 - 2.1.2. Factores fisicoquímicos que afectan el crecimiento microbiano (temperatura, pH, oxígeno, presión osmótica y nutrientes)
- 2.2. Observación, clasificación e identificación de microorganismos
 - 2.2.1. Técnicas microscópicas para la observación y cuantificación celular

- 2.2.2. Métodos de cultivo: líquidos, sólidos, selectivos y diferenciales
- 2.2.3. Métodos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos de identificación
- 2.2.4. Métodos de identificación basados en ácidos nucleicos (hibridación, PCR y secuenciación).
- 2.3. Divisiones metabólicas y estrategias de obtención de energía, electrones y carbono
 - 2.3.1. Fototrofia y fotoheterotrofia
 - 2.3.2. Litotrofia y quimiotrofia
 - 2.3.3. Autotrofia, heterotrofia y organotrofia
 - 2.3.4. Clasificación y comparación de rutas metabólicas microbianas
- 2.4. Biosíntesis y nutrición microbiana
- 2.5. Precusores metabólicos y rutas biosintéticas
 - 2.5.1. Requerimientos nutricionales y medios de cultivo
 - 2.5.2. Regulación metabólica y adaptación a condiciones ambientales

Duración

8 horas

Unidad III. Diversidad del Dominio Bacteria y Archaea

Competencia

Diferenciar los principales grupos microbianos de los dominios de Bacteria y Archaea por medio de referentes teóricos y la aplicación de procedimientos de laboratorio, para reconocer su diversidad, sus características metabólicas y su participación en los ciclos biogeoquímicos, con objetividad y capacidad de síntesis.

Contenido

- 3.1. Dominio Bacteria
 - 3.1.1. Principales criterios de clasificación de las bacterias
 - 3.1.2. Morfología bacteriana y tinciones de células bacterianas
 - 3.1.3. Otros grupos de bacterias: cianobacteria, micobacterias, espiroqueta.
 - 3.1.4. Metabolismo bacteriano: una visión general de la diversidad catabólica y anabólica
- 3.2. Dominio Archaea.
 - 3.1.1. Principales criterios de clasificación de las arqueas.
 - 3.2.1. Crenarchaeota y Euryarchaeota: los extremófilos.
 - 3.2.2. Metabolismos únicos en Archaea
 - 3.3.3. Metabolismo de las arqueas: una visión general de la diversidad catabólica y anabólica

Duración

6 horas

Unidad IV. Diversidad de Microorganismos Eucariotas**Competencia**

Diferenciar los principales grupos de protistas y hongos microscópicos a través del estudio de sus características morfológicas, reproductivas y ciclos de vida, para relacionar su diversidad, su valor ecológico e impacto en la salud, con valor en el análisis ecológico y responsabilidad ambiental.

Contenido

- 4.1. Protistas: la diversidad eucariota unicelular
 - 4.1.1. Protozoos
 - 4.1.2. Algas microscópicas
- 4.2. Hongos microscópicos
 - 4.2.1. Levaduras: clasificación, ecología y aplicaciones
 - 4.2.2. Mohos filamentosos: clasificación, ecología y aplicaciones
 - 4.2.3. Micorrizas: clasificación, ecología y aplicaciones
- 4.3. Algas
 - 4.3.1. Clasificación de microalgas
 - 4.3.2. Características generales: morfología, pigmentos, metabolismo y hábitats}
- 4.4. Crecimiento e identificación microorganismos eucariotas
 - 4.4.1 Medios de cultivos
 - 4.4.2 Clasificación de medios de cultivos
 - 4.4.3 Métodos de tinción de células microorganismos eucariotas

Duración

6 horas

Unidad V. Ambientes microbianos y procesos en ecología microbiana**Competencia**

Analizar la los ambientes microbianos y los procesos ecológicos que regulan la biodiversidad y las interacciones entre microorganismos, a través de referentes teóricos que permitan la comparación de sus hábitats, relaciones simbióticas, para reconocer su papel en los ecosistemas naturales y perturbación ambiental, con una actitud de rigor científico, responsabilidad ambiental y valoración de la biodiversidad microbiana.

Contenido

- 5.1. Principios de ecología microbiana

- 5.1.1. Hábitats microbianos: acuáticos, terrestres y aéreos
- 5.1.2. Interacciones microbianas: simbiosis, competencia, cooperación y depredación
- 5.1.3. Microorganismos extremófilos y su adaptación a condiciones ambientales extremas
- 5.2. Ambiente fisicoquímico de los microorganismos
 - 5.2.1. Factores abióticos: temperatura, pH, salinidad, oxígeno y presión
 - 5.2.2. Distribución y adaptación microbiana en la biósfera (suelo, agua y aire)
- 5.3. Procesos microbianos en ecosistemas naturales
 - 5.3.1. Producción primaria y fototrofia
 - 5.3.2. Degradación de materia orgánica y reciclaje de nutrientes
 - 5.3.3. Interacciones microorganismos

Duración

6 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Biodiversidad microbiana

Práctica 1: Procedimientos básicos y bioseguridad en el laboratorio de microbiología

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente respecto a las normas generales de ingreso al laboratorio.
2. Coloca el equipo de protección personal (bata, guantes, cubrebocas, gafas de seguridad) antes de iniciar cualquier actividad.
3. Reconoce las áreas del laboratorio (zona de trabajo, área de lavado, almacenamiento de reactivos, área de esterilización).
4. Relaciona los equipos y materiales disponibles en el laboratorio, verificando su nombre, función y condiciones de uso.
5. Escucha la explicación del docente sobre los niveles de bioseguridad y las prácticas asociadas a cada uno.
6. Observa las señalizaciones de seguridad y ubica los equipos de emergencia (botiquín, extintor, ducha de seguridad, lavaojos).
7. Clasifica los residuos biológicos y químicos según su tipo, color de contenedor y procedimiento de eliminación.

8. Demuestra las prácticas correctas de higiene y manipulación segura de material biológico y de vidrio.
9. Registra las observaciones sobre las condiciones del laboratorio y las medidas de seguridad en una bitácora de prácticas.
10. Entrega la bitácora al docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio
- Cubrebocas o mascarillas
- Gafas de seguridad
- Material de vidrio (tubos de ensayo, matraces, pipetas)
- Equipos del laboratorio (microscopio, mechero Bunsen, autoclave)
- Contenedores para residuos biológicos y químicos
- Señalizaciones de seguridad
- Bitácora de prácticas
- Computadora e internet (para registro y consulta de normas de bioseguridad)

Práctica 2: Introducción al Manejo de Equipos Básicos de Laboratorio en Microbiología

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente sobre las normas de bioseguridad y el uso adecuado de los equipos ópticos y de laboratorio.
2. Verifica que el área de trabajo esté limpia y los equipos se encuentren en condiciones adecuadas de funcionamiento.
3. Identifica las partes y funciones principales del microscopio estereoscópico y del microscopio compuesto, reconociendo sus diferencias estructurales y de aplicación.
4. Ajusta la iluminación y el enfoque del microscopio estereoscópico para observar muestras macroscópicas (insectos, tejidos, superficies, etc.).
5. Coloca las muestras biológicas en el microscopio compuesto, ajusta los objetivos y realiza el enfoque progresivo desde el aumento menor al mayor.
6. Registra las observaciones en la bitácora, anotando las características morfológicas observadas en ambos tipos de microscopios.
7. Dibuja o fotografía las imágenes observadas, comparando el nivel de detalle y profundidad de campo de cada equipo.
8. Limpia y resguarda adecuadamente los equipos utilizados siguiendo el protocolo del laboratorio.

9. Elabora un breve reporte de práctica en el que describa las diferencias entre los tipos de microscopía y la función de los equipos complementarios (autoclave y espectrofotómetro).
10. Entrega el reporte al docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Microscopio estereoscópico
- Microscopio compuesto
- Autoclave
- Espectrofotómetro
- Muestras biológicas y no biológicas (insectos, tejidos, preparaciones comerciales)
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Papel para limpieza de lentes
- Solución limpiadora para óptica
- Equipo de protección personal: bata, guantes, gafas de seguridad
- Bitácora de prácticas y hoja de registro de observaciones
- Computadora o tableta para toma de notas y registro fotográfico

Unidad II. Crecimiento de microorganismos, metabolismo, biosíntesis y nutrición

Práctica 3: Preparación e inoculación de medios de cultivo microbiológicos

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente sobre las normas de bioseguridad específicas para el manejo de material biológico y cultivos microbiológicos.
2. Verifica que el área de trabajo esté limpia, organizada y con el equipo necesario en condiciones adecuadas de funcionamiento.
3. Coloca el equipo de protección personal (bata, guantes, cubrebocas y gafas de seguridad) antes de iniciar la práctica.
4. Revisa los tipos de medios de cultivo (selectivos, diferenciales, enriquecidos y mínimos) y su propósito en la microbiología.
5. Pesa y mide los componentes necesarios para la preparación del medio de cultivo según la fórmula establecida.
6. Disuelve los componentes en agua destilada, ajusta el pH y homogeniza la mezcla mediante calentamiento suave.
7. Distribuye el medio preparado en matraces o tubos de ensayo según las indicaciones del docente.
8. Coloca los recipientes en el autoclave y observa el procedimiento de esterilización (tiempo, temperatura y presión).
9. Una vez esterilizados y enfriados los medios, vierte el contenido en cajas Petri bajo condiciones asépticas, formando el medio sólido.

10. Atiende la explicación y demostración del proceso de inoculación, empleando técnicas de siembra por estría, vertido o superficie.
11. Utiliza material estéril (asa de siembra, pipetas, micropipetas) para transferir el microorganismo al medio, siguiendo los principios de asepsia.
12. Coloca las cajas Petri inoculadas en la estufa de incubación a la temperatura indicada.
13. Registra en la bitácora las observaciones del proceso, las características del medio y las condiciones de incubación.
14. Limpia el área de trabajo, desinfecta la superficie y desecha los residuos conforme a las normas de bioseguridad.
15. Entrega la bitácora o reporte de práctica al docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Autoclave
- Mechero Bunsen
- Estufa de incubación
- Balanza analítica
- Agua destilada
- Sustancias químicas para la preparación de medios (agar, peptona, extracto de levadura, sales, etc.)
- Tubos de ensayo, matraces y cajas Petri
- Asa de siembra, micropipetas y puntas estériles
- Termómetro
- Solución desinfectante (alcohol al 70%, hipoclorito)
- Guantes, bata de laboratorio, cubrebocas y gafas de seguridad
- Bitácora de prácticas y hoja de registro
- Computadora o tableta para la redacción del reporte

Unidad III. Diversidad del Dominio Bacteria y Archaea

Práctica 4: Exploración microbiana del entorno: toma y cultivo de muestras ambientales

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre las medidas de bioseguridad y el propósito de la práctica.
2. Identifica diferentes espacios ambientales y superficies del entorno institucional o comunitario para la recolección de muestras.
3. Selecciona los puntos de muestreo considerando factores como humedad, temperatura, exposición al aire y contacto humano.

4. Esteriliza el material de muestreo y prepara los medios de cultivo necesarios para la inoculación.
5. Toma las muestras utilizando hisopos estériles o placas de contacto, asegurando la correcta rotulación de cada muestra.
6. Inocula las muestras en los medios de cultivo apropiados bajo condiciones controladas.
7. Incuba las muestras durante el tiempo indicado, registrando las condiciones de temperatura y tiempo de exposición.
8. Observa y documenta los crecimientos microbianos en las placas, tomando nota de las características morfológicas (color, forma, textura, tipo de crecimiento).
9. Elabora un registro fotográfico y una tabla de resultados que incluya ubicación de muestreo, tipo de muestra y observaciones del crecimiento microbiano.
10. Analiza los resultados y reflexiona sobre la presencia y diversidad microbiana en distintos entornos.
11. Entrega un reporte escrito con la descripción del procedimiento, resultados y conclusiones, acompañado de las fotografías y registros obtenidos.

Recursos de apoyo

- Placas Petri con medio de cultivo nutritivo (agar nutritivo, agar Sabouraud u otro)
- Hisopos estériles
- Marcador indeleble y etiquetas adhesivas
- Guantes, cubrebocas y bata de laboratorio
- Incubadora o espacio controlado de temperatura
- Microscopio (opcional, para observaciones más detalladas)
- Cámara fotográfica o teléfono móvil con cámara
- Cuaderno de registro o bitácora de laboratorio
- Computadora e Internet (para redacción del informe final)
- Software de edición de texto (Word, Google Docs, etc.)

Práctica 5: Identificación microbiana mediante observación de colonias y pruebas bioquímicas

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre las normas de bioseguridad y el objetivo de la práctica.
2. Revisa las placas previamente incubadas con muestras ambientales de la práctica anterior, asegurando que se encuentren bien conservadas.
3. Observa las colonias bacterianas presentes en las placas y selecciona aquellas que presenten diferencias visibles en forma, tamaño, color o textura.
4. Describe detalladamente las características morfológicas de las colonias: tamaño, forma, borde, elevación, color, brillo, transparencia y textura.

5. Registra las observaciones en una tabla, utilizando criterios microbiológicos estándar para la descripción de colonias.
6. Selecciona varias colonias representativas para realizar pruebas bioquímicas básicas (por ejemplo, catalasa, oxidasa, fermentación de azúcares, producción de gas o pigmentos).
7. Prepara los reactivos e instrumentos necesarios para cada prueba bioquímica, siguiendo los protocolos establecidos en el laboratorio.
8. Realiza las pruebas bioquímicas cuidadosamente y registra los resultados obtenidos (positivos o negativos) en una tabla comparativa.
9. Analiza los resultados considerando la relación entre las características morfológicas observadas y los resultados bioquímicos obtenidos.
10. Identifica las posibles especies o géneros bacterianos a partir de la comparación con claves microbiológicas de referencia.
11. Elabora un informe que integre observaciones, resultados y conclusiones sobre la diversidad y metabolismo de las bacterias encontradas.

Recursos de apoyo

- Placas Petri con colonias bacterianas incubadas (de la práctica anterior)
- Microscopio óptico y portaobjetos/cubreobjetos (opcional, para observaciones detalladas)
- Reactivos para pruebas bioquímicas (peróxido de hidrógeno, reactivo de oxidasa, caldos con glucosa, lactosa, sacarosa, etc.)
- Material de laboratorio: asas bacteriológicas, tubos de ensayo, gradillas, pipetas, guantes, bata y cubrebocas
- Marcadores indelebles y etiquetas adhesivas
- Cámara fotográfica o teléfono móvil con cámara (para registro visual de colonias)
- Cuaderno o bitácora de laboratorio
- Computadora e Internet (para la elaboración del informe)
- Software de procesamiento de texto (Word, Google Docs, etc.)

Práctica 6: Identificación microbiana mediante observación de colonias y tinción de Gram

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones del docente sobre las normas de bioseguridad, el manejo de muestras bacterianas y el objetivo de la práctica.
2. Revisa las placas de cultivo obtenidas en la práctica anterior, asegurando que las colonias bacterianas se encuentren bien conservadas y diferenciadas.
3. Selecciona varias colonias representativas con base en sus características visibles (forma, tamaño, color, elevación, borde, textura y brillo).

4. Describe las características morfológicas de cada colonia en una tabla de registro, utilizando criterios microbiológicos estándar.
5. Prepara un portaobjetos limpio y rotulado con el código de identificación de la muestra.
6. Con un asa bacteriológica estéril, toma una pequeña porción de la colonia seleccionada y realiza una extensión bacteriana sobre el portaobjetos.
7. Fija la muestra al calor (pasando brevemente el portaobjetos sobre la flama del mechero).
8. Realiza la tinción de Gram siguiendo los pasos establecidos:
9. Observa la preparación al microscopio óptico, primero con el objetivo de 40X y después con 100X usando aceite de inmersión.
10. Registra las observaciones en una tabla, indicando: forma celular, agrupación, coloración (Gram positivo o Gram negativo) y tipo de colonia de origen.
11. Compara los resultados obtenidos con referencias microbiológicas para identificar posibles géneros bacterianos.
12. Elabora un informe final que integre la descripción de las colonias, los resultados de la tinción de Gram y las conclusiones sobre la diversidad microbiana observada.

Recursos de apoyo

- Placas Petri con cultivos bacterianos (obtenidos en la práctica anterior)
- Asa bacteriológica estéril
- Portaobjetos y cubreobjetos limpios
- Mechero Bunsen o fuente de calor
- Colorantes para tinción de Gram: cristal violeta, lugol, alcohol-acetona, safranina
- Pipetas o goteros
- Aceite de inmersión
- Microscopio óptico
- Guantes, bata, cubrebocas y gafas de protección
- Marcadores indelebles y etiquetas
- Papel absorbente
- Bitácora o cuaderno de laboratorio
- Computadora e Internet para la redacción del informe
- Software de edición de texto (Word, Google Docs u otro)

Unidad IV. Diversidad de Microorganismos Eucariotas

Práctica 7: Observación de microorganismos fotosintéticos

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente y las normas de bioseguridad.

2. Prepara medios de cultivo específicos para microorganismos fotosintéticos (BG-11, Bold's Basal Medium u otro disponible).
3. Identifica fuentes ambientales (charcas, fuentes de agua, suelos húmedos) y selecciona muestras con posible presencia de cianobacterias y microalgas.
4. Coloca las muestras en matraces o tubos con el medio de cultivo preparado.
5. Incuba los cultivos en un área con iluminación constante o con lámpara de luz blanca durante varios días.
6. Observa en el laboratorio las cepas del cepario institucional y las muestras incubadas.
7. Utiliza el microscopio óptico para observar estructuras celulares, pigmentos y morfologías características.
8. Registra observaciones en una tabla comparando coloración, forma, movilidad y organización celular.
9. Realiza dibujos o capturas fotográficas de las observaciones.
10. Elabora un informe con la descripción de las especies observadas y su importancia ecológica.

Recursos de apoyo

- Muestras ambientales de agua o suelo
- Medios de cultivo para algas y cianobacterias (BG-11, BBM)
- Matraces, tubos de ensayo y pipetas
- Lámpara de luz blanca o natural
- Microscopio óptico
- Guantes, bata y cubrebocas
- Portaobjetos, cubreobjetos y pinzas
- Cuaderno o bitácora de laboratorio
- Computadora e Internet para la redacción del informe

Práctica 8: Aislamiento de hongos ambientales mediante trampas orgánicas

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones docentes y las medidas de bioseguridad.
2. Prepara recipientes o frascos con arroz húmedo (previamente hervido y enfriado).
3. Coloca los recipientes abiertos en distintos entornos (suelo, aire, vegetación, áreas húmedas) durante 3–5 días.
4. Observa el crecimiento de micelio u otras estructuras fúngicas visibles.
5. Selecciona las muestras que presenten colonias diferenciadas para su posterior aislamiento.
6. Registra el lugar y condiciones ambientales de exposición de cada trampa.

7. Sella los recipientes y trasladarlos al laboratorio para la siguiente práctica.

Recursos de apoyo:

- Arroz hervido (base de la trampa)
- Frascos o bolsas estériles
- Etiquetas adhesivas y marcador indeleble
- Guantes, bata y cubrebocas
- Cámara fotográfica o teléfono móvil
- Bitácora de laboratorio

Práctica 9: Cultivo de hongos aislados en medios PDA y Sabouraud

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Recupera las trampas de arroz preparadas previamente.
2. Preparar placas Petri con medios de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar) y Sabouraud.
3. Con un asa estéril, toma fragmentos del micelio presente en las trampas y siembra en las placas.
4. Incubar las placas a temperatura ambiente o en incubadora durante 3 a 5 días.
5. Observa el crecimiento y registra las características morfológicas de las colonias (color, forma, textura, borde).
6. Mantén los cultivos seleccionados para observación microscópica en la siguiente práctica.

Recursos de apoyo

- Trampas de arroz con hongos
- Medios PDA y Sabouraud
- Placas Petri estériles
- Asa bacteriológica
- Mechero Bunsen
- Incubadora o área controlada
- Guantes, bata y cubrebocas
- Bitácora de laboratorio

Práctica 10: Observación microscópica y pruebas de antagonismo

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de bioseguridad y prepara el área de microscopía.
2. Prepara montajes húmedos con fragmentos de micelio tomado de las colonias purificadas.
3. Observa las estructuras reproductoras y miceliales al microscopio.
4. Identifica características como esporas, conidióforos y hifas.
5. Selecciona dos cultivos fúngicos distintos y colócalos en una misma placa de PDA para evaluar interacciones.
6. Incuba durante varios días y registra si existe inhibición del crecimiento o formación de zonas claras (antagonismo).
7. Documenta los resultados mediante fotografías y tablas comparativas.
8. Elabora un informe con las conclusiones sobre los tipos de interacción observados.

Recursos de apoyo

- Cultivos fúngicos aislados en PDA y Sabouraud
- Placas Petri y medio PDA fresco
- Microscopio óptico
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Asa o pinzas estériles
- Mechero Bunsen
- Guantes, bata y cubrebocas
- Cámara o celular para registro fotográfico
- Bitácora y computadora para el informe

Unidad V. Ambientes microbianos y procesos en ecología microbiana

Práctica 11: Estimación del número más probable (NMP) de microorganismos

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las normas de bioseguridad y prepara el material de vidrio.
2. Prepara una serie de tubos con caldo nutritivo o caldo lactosado.
3. Realiza diluciones seriadas de la muestra de agua o alimento.
4. Inocula cada tubo con las distintas diluciones en triplicado.
5. Incuba a temperatura adecuada (35–37 °C) durante 24–48 h.
6. Observa los tubos para detectar turbidez, gas o cambio de color como evidencia de crecimiento.
7. Registra el número de tubos positivos y consulta la tabla del método NMP para determinar la concentración estimada de microorganismos.
8. Elabora el reporte con cálculos y conclusiones.

Recursos de apoyo

- Muestras de agua o alimentos
- Tubos con caldo lactosado o nutritivo
- Pipetas, probetas y gradillas
- Incubadora
- Guantes, bata y cubrebocas
- Tablas de referencia del NMP
- Bitácora y computadora

Práctica 12: Observación de gradientes metabólicos y ecológicos en la columna de Winogradsky

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente y las medidas de bioseguridad.
2. Llena un cilindro transparente con lodo húmedo mezclado con carbonato de calcio y sulfato de calcio.
3. Añade fragmentos de papel o materia orgánica como fuente de carbono.
4. Cubre con agua y expón parcialmente al sol durante varias semanas.
5. Observa los cambios de coloración y formación de zonas (verde, púrpura, negra) en distintos niveles de la columna.
6. Registra los cambios periódicamente y analiza la distribución de microorganismos según su metabolismo (fotosintético, sulfato reductor, quimioheterótrofo).
7. Elabora un informe final sobre los gradientes ecológicos y metabólicos observados.

Recursos de apoyo

- Frascos o cilindros transparentes
- Lodo húmedo y agua natural
- Carbonato de calcio, sulfato de calcio, trozos de papel o celulosa
- Guantes, bata y cubrebocas
- Cámara o celular para registro
- Bitácora de laboratorio y computadora

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

UNIDAD I. Biodiversidad microbiana

Práctica 1: Visita al laboratorio de investigación de instituto o universidad.

Duración

8 horas

Procedimiento

1. La actividad consiste en una visita guiada al laboratorio de investigación de instituto o universidad, donde los estudiantes tendrán la oportunidad de conocer instalaciones, equipos de última generación y procedimientos básicos empleados en la investigación de microbiología.
2. Previamente, en clase se proporciona una introducción teórica sobre los temas de investigación, sus aplicaciones y normas de bioseguridad.
3. El día de la visita, los estudiantes acuden puntualmente al sitio de reunión, portan bata de laboratorio y cumplen con todas las normas de higiene establecidas.
4. Durante la visita, el personal especializado explica el funcionamiento de los microscopios electrónicos de barrido y transmisión, así como los sistemas auxiliares para preparación y recubrimiento de muestras.
5. Los estudiantes observan demostraciones prácticas sobre montaje de muestras, experimentos y análisis de resultados.
6. Se fomenta la participación mediante preguntas y registro de observaciones en una guía de actividades previamente entregada.
7. Se realiza una breve reflexión grupal para compartir aprendizajes e impresiones
8. El estudiante elabora un informe escrito con la experiencia, los equipos observados y su relevancia en la investigación científica actual.

Recursos de apoyo

- Libreta de campo
- Bata
- Trabajo colaborativo

Unidad V. Ambientes microbianos y procesos en ecología microbiana

Práctica 2: Salida de campo en una zona árida de importancia regional

Duración

8 horas

Procedimiento

1. La actividad consiste en una salida de campo a una zona árida de relevancia ecológica, donde los estudiantes observan, analizan y discuten los principales procesos microbianos que ocurren en este tipo de ecosistemas. La práctica tiene como propósito reconocer la diversidad microbiana presente en suelos, costras biológicas, cuerpos de agua temporales y superficies vegetales, así como comprender su papel en los ciclos biogeoquímicos locales.
2. Antes de la salida, en clase se revisan conceptos clave sobre ecología microbiana en zonas áridas, incluyendo limitaciones ambientales, procesos de resiliencia, estrategias metabólicas (fototrofia, quimiotrofia, fijación de nitrógeno, ciclo de carbono y azufre) y su importancia en el funcionamiento del ecosistema. También se explican las normas de seguridad y el protocolo ético de muestreo.
3. Durante la visita, los estudiantes exploran distintos microhábitats (suelo superficial, rizosfera, costras biológicas, hojarasca, microcharcas, rocas sombreadas) mientras el personal docente describe los procesos microbianos característicos de cada uno, tales como descomposición, fijación de nitrógeno, actividad fototrófica y formación de biopelículas.
4. A lo largo del recorrido, el grupo realiza ejercicios prácticos de muestreo empleando técnicas básicas de campo: recolección de suelo con espátula estéril, toma de agua en recipientes limpios, raspado de costras biológicas y muestreo de superficies vegetales. Cada equipo etiqueta sus muestras, registra variables ambientales (temperatura, humedad, pH) y anota observaciones ecológicas en su libreta de campo.
5. Se fomenta la participación mediante preguntas dirigidas, identificación visual de estructuras microbianas (costras, agregados, biofilms visibles) y discusión sobre cómo las condiciones extremas influyen en la vida microbiana.
6. Al finalizar el recorrido, se realiza una reflexión colectiva sobre los principales hallazgos y su relevancia ecológica. Posteriormente, en el laboratorio, los estudiantes procesan las muestras obtenidas para análisis microbiológicos básicos, como cultivo, microscopía o extracción de ADN (según corresponda a la unidad de aprendizaje).

Recursos de apoyo

- Libreta de campo
- Material estéril para muestreo (espátulas, tubos, frascos)
- Bolsas estériles
- Termómetro, pH-metro portátil o tiras indicadoras
- Cámara fotográfica o celular para documentación
- Equipo de protección personal (guantes, sombrero, bloqueador solar)
- Trabajo colaborativo

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a laboratorios
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales.....	30%
- Portafolio de evidencias (laboratorio y campo).....	30%
- Exposiciones	10 %
- Actividades de clases	10 %
- Material de divulgación científica	20 %
Total.....	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Atlas, R. M., & Bartha, R. (2002). *Ecología microbiana y microbiología ambiental* (2.^a ed.). Pearson Educación.

Bauman, R. W. (2012). *Microbiology: With diseases by body system* (3rd ed.). Benjamin Cummings.

Batzing, B. L. (2002). *Microbiology: An introduction*. Thomson Learning.

Black, J. G. (2002). *Microbiology: Principles and explorations* (5th ed.). John Wiley.

Cappuccino, J. G., & Welsh, C. (2020). *Microbiology: A laboratory manual* (12th ed.). Pearson.

De Kruif, P. (2000). Los cazadores de microbios. Exodo.

Fredricks, D. N. (Ed.). (2013). *The human microbiota: How microbial communities affect health and disease*. Wiley-Blackwell.

Granados Pérez, R., & Villaverde Peris, M. C. (1997). *Microbiología*. International Thomson Editores; Paraninfo.

Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2004). *Brock: Biología de los microorganismos*. Pearson Educación.

Munn, C. B. (2011). *Marine microbiology: Ecology and applications* (2nd ed.). Garland Science.

Paul, J. H. (Ed.). (2001). *Marine microbiology* (Vol. 39). Academic Press.

Pommerville, J. C. (2014). *Fundamentals of microbiology* (10th ed.). Jones and Bartlett Learning.

Ray, B., & Bhunia, A. K. (2014). *Fundamental food microbiology* (5th ed.). CRC Press.

Romero Cabello, R. (2007). *Microbiología y parasitología humana: Bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias* (3.^a ed.). Médica Panamericana.

Stanier, R. Y., et al. (1996). *Microbiología* (2.^a ed.). Reverté.

Talaro, K. P., & Talaro, A. (2002). *Foundations in microbiology: Basic principles* (4th ed.). McGraw-Hill.

Wessner, D. R., Dupont, C., & Charles, T. C. (2013). *Microbiology* (1st ed.). Wiley.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Baker, B. J., De Anda, V., Seitz, K. W., et al. (2020). Diversity, ecology and evolution of Archaea. *Nature Microbiology*, 5, 887–900. <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0715-z>

Hoshino, T., Doi, H., Uramoto, G. I., Wörmer, L., Adhikari, R. R., Xiao, N., ... & Inagaki, F. (2020). Global diversity of microbial communities in marine sediment. *Proceedings of the national academy of sciences*, 117(44), 27587-27597.

Bhatia, S. K., Bhatia, R. K., Choi, Y. K., Kan, E., Kim, Y. G., & Yang, Y. H. (2018). Biotechnological potential of microbial consortia and future perspectives. *Critical Reviews in Biotechnology*, 38(8), 1209–1229. <https://doi.org/10.1080/07388551.2018.1471445>

Hoshino, T., Doi, H., Uramoto, G. I., Wörmer, L., Adhikari, R. R., Xiao, N., ... & Inagaki, F. (2020). Global diversity of microbial communities in marine sediment. *Proceedings of the national academy of sciences*, 117(44), 27587-27597.

Hug, L. A., Baker, B. J., Anantharaman, K., et al. (2016). A new view of the tree of life. *Nature Microbiology*, 1, 16048. <https://doi.org/10.1038/nmicrobiol.2016.48>

Jakovljević, O. S., Popović, S. S., Živić, I. M., Stojanović, K. Z., Vidaković, D. P., Naunovic, Z. Z., & Krizmanić, J. Ž. (2021). Epilithic diatoms in environmental bioindication and trout farm's effects on ecological quality assessment of rivers. *Ecological Indicators*, 128, 107847. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107847>

Jansson, J. K., & Wu, R. (2023). Soil viral diversity, ecology and climate change. *Nature Reviews Microbiology*, 21, 296–311. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00811-z>

Magnabosco, C., Husain, F., Paoletti, M. M., Parsons, C., Payette, J. G., Schwartz, S. L., ... & Fournier, G. P. (2024). Toward a natural history of microbial life. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 52(1), 85–108. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-031621-070542>

Naranjo-Ortiz, M. A., & Gabaldón, T. (2019). Fungal evolution: Major ecological adaptations and evolutionary transitions. *Biological Reviews*, 94(4), 1443–1476. <https://doi.org/10.1111/brv.12510>

Ramos, G. J. P., & do Nascimento Moura, C. W. (2019). Algae and cyanobacteria in phytotelmata: Diversity, ecological aspects, and conservation. *Biodiversity and Conservation*, 28, 1667–1697. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01771-2>

Ribeiro, K. F., Duarte, L., & Crossetti, L. O. (2018). Everything is not everywhere: A tale on the biogeography of cyanobacteria. *Hydrobiologia*, 820, 23–48. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3669-x>

Shu, W. S., & Huang, L. N. (2022). Microbial diversity in extreme environments. *Nature Reviews Microbiology*, 20, 219–235. <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00648-y>

Weisse, T., & Montagnes, D. J. (2022). Ecology of planktonic ciliates in a changing world: Concepts, methods, and challenges. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 69(5), e12879. <https://doi.org/10.1111/jeu.12879>

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología o área afín, preferentemente con posgrado en Ciencias Naturales o experiencia comprobada en el campo de la Microbiología. Experiencia docente mínima de dos años. Persona responsable, organizada y comprometida con el aprendizaje significativo, con ética profesional y conciencia ambiental.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ciencias de la Tierra
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Jacob Alberto Valdivieso Ojeda Alexandro Orozco Durán Walter Daesslé Julio Enrique Valencia Suárez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito introducir al estudiantado de Biología a las Ciencias de la Tierra, entendidas no como un campo aislado, sino como el escenario dinámico que coevoluciona con la vida. Su utilidad consiste en que cada estudiante identifique y caracterice materiales geológicos como rocas y minerales, y comprenda los procesos de tectónica, clima y ciclos naturales que regulan el funcionamiento del planeta. Asimismo, proporciona las bases físicas y químicas necesarias para comprender la distribución de la biodiversidad, el desempeño de los ecosistemas y los desafíos de los sistemas socioecológicos contemporáneos.

Se ubica en la etapa básica, es de carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento de Sistemas Socioecológicos. Integra conocimientos fundamentales de química y establece el contexto formativo para las asignaturas subsecuentes del campo de la ecología.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los procesos fundamentales de las Geociencias, tectónica de placas, ciclo de rocas, sistema climático y su coevolución con la biósfera, mediante el análisis de la literatura científica, la identificación de materiales geológicos en laboratorio y campo, para interpretar la Tierra como un sistema dinámico e interconectado que regula la biodiversidad y sustenta los sistemas socioecológicos, con pensamiento crítico, conciencia social y ambiental, responsabilidad y una perspectiva sistémica.

EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio Integrador

Deberá incluir los reportes de las prácticas de laboratorio y el reporte de la práctica de campo, en el que se discutan los contextos geológicos y socio ecológico regional. Asimismo, incluirá un ensayo final integrador que explique cómo un proceso geológico o climático específico impacta un sistema biológico o socio ecológico relevante para Baja California.

El portafolio evidenciará la comprensión integral, el pensamiento crítico y la capacidad de vincular teoría y práctica dentro del campo de las ciencias biológicas.

IV. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

V. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Compromiso con la Responsabilidad Social.

VI. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. La Tierra como sistema

Competencia

Examinar el origen y la estructura de la Tierra desde una perspectiva de sistemas, mediante la revisión de teorías sobre su formación y la reflexión crítica sobre la interconexión de sus esferas, para comprender la base del sistema climático y los ciclos biogeoquímicos, con objetividad, pensamiento crítico, sensibilidad y curiosidad científica.

Contenido

- 1.1. Origen del sistema solar y la Tierra
- 1.2. Estructura interna del planeta y la "maquinaria" de calor interna
- 1.3. La Tierra como sistema: Geósfera, Atmósfera, Hidrósfera y Biósfera
- 1.4. El origen de la atmósfera y los océanos
- 1.5. Introducción al sistema climático y el balance de energía planetario

Duración

8 horas

Unidad II. Materiales terrestres y el ciclo de las rocas

Competencia

Distinguir los principales minerales y rocas que componen la corteza terrestre, mediante la revisión de bibliografía y el análisis experimental de sus propiedades físicas y químicas tanto en el laboratorio como en el campo, para comprender el ciclo de las rocas como un proceso fundamental de reciclaje de materiales planetarios, con iniciativa, orden, precisión y trabajo colaborativo.

Contenido

- 2.1. Materia y minerales: propiedades y clasificación
- 2.2. El ciclo de las rocas como un sistema interconectado
- 2.3. Rocas ígneas: magmatismo y su relación con la tectónica
- 2.4. Rocas sedimentarias: ambientes de depósito y su rol como archivo paleoclimático
- 2.5. Rocas metamórficas: factores de cambio

Duración

8 horas

Unidad III. Procesos dinámicos: tectónica y geomorfología

Competencia

Investigar los procesos tectónicos y geomorfológicos, mediante el análisis de mapas y casos de estudio, el trabajo de campo y la revisión de literatura científica, para explicar su relación con la formación del relieve y la distribución de recursos y riesgos, con entusiasmo, paciencia, actitud crítica, analítica y reflexiva.

Contenido

- 3.1. Tectónica de placas: la teoría unificadora de la geología
- 3.2. Márgenes de placas y sus manifestaciones (vulcanismo, sismicidad)
- 3.3. Geomorfología: Intemperismo y la formación de suelos
- 3.4. Procesos erosivos: acción del agua (ríos, costas), glaciares y viento
- 3.5. Contexto tectónico y riesgos geológicos de Baja California

Duración

8 horas

Unidad IV. Tiempo geológico, clima y la co-evolución de la vida

Competencia

Examinar la historia de la Tierra y la vida, mediante el trabajo de campo y revisión crítica de literatura científica, para relacionar la escala del tiempo geológico, los cambios climáticos pasados y los procesos de fosilización, así como valorar la profunda conexión entre la geodiversidad, la biodiversidad y el surgimiento de los sistemas socioecológicos, con respeto, curiosidad, disciplina y rigor científico.

Contenido

- 4.1. El tiempo geológico: datación relativa y absoluta
- 4.2. Fósiles y procesos de fosilización: la evidencia de la evolución
- 4.3. Paleoclimatología: forzamientos geológicos y biológicos del clima
- 4.4. El Antropoceno: interacciones entre el sistema humano y el sistema Tierra
- 4.5. Geodiversidad: la base los sistemas socioecológicos

Duración

8 horas

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad II. Materiales terrestres y el ciclo de las rocas

Práctica 1: Identificación de minerales formadores de rocas

Duración

8 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre seguridad y manejo de muestras.
2. Recibe el material de estudio, claves y guías.
3. Analiza las propiedades físicas (color, raya, dureza, clivaje, brillo, efervescencia) de un conjunto de minerales.
4. Utiliza guías y claves de identificación para clasificar los minerales formadores de roca más comunes (ej. cuarzo, feldespato, calcita, micas).
5. Elabora un reporte con la clasificación y descripción de las muestras.
6. Registra sus hallazgos en su bitácora de laboratorio
7. Regresa el material de estudio al docente.
8. Entrega su bitácora y recibe retroalimentación del docente

Recursos de apoyo

- Muestras de minerales
- Escala de Mohs
- Lupas
- Guías y claves de identificación
- HCl diluido

Práctica 2: Identificación de rocas ígneas y metamórficas

Duración

8 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre seguridad y manejo de muestras.
2. Recibe el material de estudio, claves y guías.
3. Observa las texturas (fanerítica, afanítica, porfídica, foliada, no foliada) de las muestras.
4. Analiza la composición mineralógica general de las rocas.
5. Clasifica las rocas ígneas (plutónicas vs. volcánicas) y metamórficas (foliadas vs. no foliadas).
6. Relaciona la textura y composición con su ambiente de formación.
7. Registra sus hallazgos en su bitácora de laboratorio.
8. Regresa el material de estudio al docente.
9. Entrega su bitácora y recibe retroalimentación del docente.
10. Elabora y entrega un reporte de clasificación.

Recursos de apoyo

- Muestras de rocas ígneas y metamórficas
- Lupas y material de laboratorio
- Guías de campo

Unidad III. Procesos dinámicos: tectónica y geomorfología

Práctica 3: Identificación de rocas sedimentarias y fósiles

Duración

8 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre seguridad y manejo de muestras.
2. Recibe el material de estudio, claves y guías.
3. Analiza muestras de rocas sedimentarias (detríticas y químicas/biogénicas).
4. Identifica texturas, estructuras (ej. estratificación) y composición.
5. Observa y clasifica diferentes tipos de fósiles (impresiones, moldes, permineralización).
6. Relaciona los tipos de roca y fósiles con los paleoambientes de depósito (marino, fluvial, etc.).
7. Registra sus hallazgos en su bitácora de laboratorio.
8. Regresa el material de estudio al docente.
9. Entrega su bitácora y recibe retroalimentación del docente.
10. Elabora un reporte de clasificación.
11. Entrega un reporte de clasificación.

Recursos de apoyo

- Muestras de rocas sedimentarias
- Muestras de fósiles
- Lupas y material de laboratorio
- Guías de campo

Práctica 4: Análisis de suelos y cartografía geológica

Duración

8 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre seguridad y manejo de muestras.
2. Recibe el material de estudio, claves y guías.
3. Realiza un análisis básico de suelos (textura, color, carbonatos) para entender el intemperismo.
4. Atiende la introducción a la cartografía y simbología geológica y topográfica.
5. Interpreta curvas de nivel en un mapa topográfico para identificar relieves (valles, cerros).

6. Analiza un mapa geológico simple para identificar unidades de roca, fallas y pliegues.
7. Construye un perfil topográfico simple como preparación para la práctica de campo.
8. Registra sus hallazgos en su bitácora de laboratorio.
9. Regresa el material de estudio al docente.
10. Entrega su bitácora y recibe retroalimentación del docente.
11. Elabora un reporte de clasificación.
12. Entrega un reporte de clasificación.

Recursos de apoyo

- Muestras de suelos
- Claves de identificación
- HCl diluido
- Mapas topográficos y geológicos
- Equipo de medición

XI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad IV. Tiempo geológico, clima y la co-evolución de la vida

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende la sesión de seguridad, logística y contexto geológico-climático de la zona de visita impartida por el docente.
2. Asiste puntualmente a la práctica de campo.
3. Realiza un recorrido geológico-biológico en una localidad de interés regional acompañado del docente.
4. Identifica in situ los minerales, rocas, suelos y estructuras geológicas vistas en el laboratorio.
5. Analiza y discute la relación entre el sustrato geológico (tipo de roca, fallas) y la geomorfología (relieve, valles, costas).
6. Observa y documenta la relación entre la geología, el microclima y la comunidad biológica (tipos de vegetación, adaptación al sustrato).
7. Identifica el impacto de los procesos geológicos y los riesgos climáticos en actividades humanas y sistemas socioecológicos (fuentes de agua, riesgo de deslizamiento, uso de suelo).
8. Registra sus hallazgos en su bitácora de laboratorio.
9. Elabora un reporte de campo integrador como parte del portafolio, conectando las observaciones de campo con los conceptos teóricos de las cuatro unidades.
10. Entrega el reporte de campo.
11. Recibe retroalimentación del docente.

Recursos de apoyo

- Libreta de campo

- Brújula geológica o app de celular
- GPS,
- Lupa,
- Martillo geológico
- Mapas geológicos de la zona
- Guías de campo de flora
- Botiquín de seguridad

XII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados. Estas estrategias deben seleccionarse en función del tipo de competencia, el nivel cognitivo y la naturaleza del contenido.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje situado
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción guiada
- Proyectos integradores
- Trabajo de campo guiado

Estrategia de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para organizar, adquirir, comprender y aplicar el conocimiento. Estas estrategias deben promover el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva
- Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

XIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Nota: Para tener derecho a examen ordinario se debe de aprobar las prácticas de campo y laboratorio.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Prácticas de laboratorio y campo	30%
- Portafolio integrador	40%
<i>Total</i>	100%

XIV. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Anbar, A. D. (2008). *Elements and evolution*. *Science*, 322, 1481-1483. [Clásico].
- Canfield, D. E. (2015). *Oxígeno: una historia de cuatro mil millones de años*. Grupo Planeta. [Clásica].
- Canfield, D. E. (2014). *Oxygen: A Four Billion Year History*. Princeton University Press. [Clásica]
- Catling, D. C., y Claire, M. W. (2005). *How Earth's atmosphere evolved to an oxic state: A status report*. *Earth and Planetary Science Letters*, 237, 1-20. [Clásica].
- Dismukes, G. C., Klimov, V. V., Baranov, S. V., Kozlov, Y. N., DasGupta, J., y Tyryshkin, A. (2001), *The origin of atmospheric oxygen on Earth: The innovation of oxygenic photosynthesis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 98, 2170-2175. [Clásica]
- Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., & Tasa, D. (2017). *Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología física* (11ª ed.). Pearson Educación. [Clásica]
- Langmuir, C. H., & Broecker, W. (2012). *How to Build a Habitable Planet: The Story of Earth from the Big Bang to Humankind*. Princeton University Press. [Clásica]
- Montgomery, C. W. (2014). *Geología Física* (10ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [Clásica]
- Zavala, J. C. (2019). *Introducción al cambio climático*. Editorial Trillas. [Clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Astrobiology at Nasa. (2024, 3 de octubre). Astrobiology at NASA. Life in the Universe. <https://astrobiology.nasa.gov>
- Berner, R. A. (1980). *Early diagenesis. A theoretical approach*. Princeton University Press. [Clásica].
- Berner, R. A. (2004). *The phanerozoic carbon cycle*. New York. Oxford University Press. [Clásica].
- Faure, G. (1998). *Principles and applications of geochemistry*. (2da. ed.) Upper saddle river, New Jersey. Prentice-Hall. [Clásica].
- Fenchel, T., King, G. M., y Blackburn, T. H. (2012). *Bacterial biogeochemistry: the ecophysiology of mineral cycling*. San Diego, CA, USA. Elsevier. [Clásica].

- IPCC. (2023). Cambio Climático 2023: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Sexto Informe de Evaluación.
<https://www.google.com/search?q=https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/translations-and-data/>
- Instituto de Geología, UNAM. (2025). Recursos Educativos y Divulgación.
<https://www.geologia.unam.mx/>
- Schulz, H. D., y Zabel, M. (2006). Marine Geochemistry. (2da ed.) Berlin Heidelberg. Springer-Verlag. [Clásica].
- Servicio Geológico Mexicano. (2025). Geoinfomapa: Cartografía y Geología.
<https://www.sgm.gob.mx/>
- Snoeyink, V. L., y Jenkins, D. (2002). Química del agua. México. Editorial Limusa S.A. de C.V., D.F. [Clásica].

XV. PERFIL DOCENTE

La persona docente deberá contar con un posgrado (Maestría o Doctorado) en Biología, Geociencias, Geología, Oceanografía, Biogeoquímica, Ciencias de la Tierra o Ciencias del Clima. Se requiere experiencia en docencia y trabajo de campo en geología y/o ecología, así como en la interpretación y análisis de procesos físicos, químicos y biológicos vinculados a los sistemas terrestres. La persona docente deberá tener la capacidad de explicar y contextualizar conceptos geológicos complejos en relación con sistemas biológicos, climáticos y ecológicos, promoviendo el pensamiento sistémico y la comprensión de los sistemas socioecológicos. Se valora el compromiso con la formación integral del estudiantado, el uso de lenguaje incluyente, la promoción de ambientes respetuosos y accesibles, y el fomento de la curiosidad científica, la rigurosidad académica y el aprendizaje significativo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Biología Celular y Molecular
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 03 Horas Extra-clase: 02 Créditos:09
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Química de la Vida
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas Magdiel Orozco Valdivia Eugenio Leyva Figueroa
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje es un componente fundamental de la disciplina, ya que establece los cimientos conceptuales y metodológicos para comprender la vida a nivel microscópico. Su importancia radica en que conecta la estructura molecular de la vida con la función de organismos complejos. La utilidad para el futuro profesional es crítica: el estudiantado adquirirá conocimientos sobre la estructura y la función de las células y su organización en tejidos; desarrollará habilidades técnicas fundamentales en microscopía y análisis histológico; y fomentará actitudes de rigor científico y pensamiento crítico. Sus características son las de una unidad de aprendizaje de la etapa básica, de carácter obligatorio, con un componente teórico-práctico-taller equilibrado, que introduce al estudiantado en la lógica del trabajo de laboratorio y lo prepara para interpretar los fenómenos biológicos desde sus orígenes celulares. Pertenecer al área de conocimiento de Biología Molecular.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la estructura y la función de las células eucariontes y su organización en tejidos básicos, mediante la integración de conocimientos en bioenergética, señalización y comunicación celular, así como la aplicación de técnicas básicas en biología celular y molecular, para explicar los procesos biológicos fundamentales en estados de homeostasis y de enfermedad, con rigor metodológico, pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de prácticas de laboratorio y de taller. El estudiantado entregará un portafolio que reúna los reportes, esquemas de alta calidad y análisis de datos de todas las prácticas realizadas, incluyendo una discusión crítica que vincule los hallazgos observados con la teoría revisada.

Seminario de análisis de casos histológicos. En equipos, analizarán un caso de problema a partir de imágenes histológicas, identificarán estructuras y alteraciones y propondrán una explicación fundamentada sobre su base morfofuncional.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología para abordar problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, al desarrollo sostenible y a un conocimiento científico informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Arquitectura celular: estructura y compartimentos

Competencia

Distinguir los componentes estructurales de la célula eucarionte mediante la aplicación de principios de microscopía y el análisis de su organización molecular, relacionando la morfología de los organelos con sus funciones específicas, con curiosidad intelectual y un enfoque metódico.

Contenido

- 1.1. Teoría celular y diversidad celular
- 1.2. La membrana plasmática: modelo del mosaico fluido
- 1.3. El transporte pasivo: ósmosis y difusión
- 1.4. El transporte mediado por proteínas: canales y transportadores
- 1.5. El transporte activo: bombas y gradientes
- 1.6. El núcleo, su envoltura, el complejo del poro nuclear y la organización de la cromatina
- 1.7. El sistema de endomembranas, el retículo endoplásmico y el aparato de Golgi
- 1.8. La exocitosis (secreción regulada y constitutiva)
- 1.9. La endocitosis (fagocitosis y pinocitosis)
- 1.10. El citoesqueleto, sus componentes y función

Duración

8 horas

Unidad II. Bioenergética celular

Competencia

Analizar los principios de la bioenergética y el flujo lógico de las vías metabólicas, mediante la integración de conceptos termodinámicos y enzimáticos básicos, para explicar el rol central de la mitocondria en la producción de ATP en eucariotas, con pensamiento lógico y una visión integradora.

Contenido

- 2.1. Conceptos básicos de energía en la célula
 - 2.1.1. Principios de la termodinámica: reacciones favorables y desfavorables (ΔG)
 - 2.1.2. Enzimas como catalizadores: energía de activación, sitio activo y regulación
 - 2.1.3. Coenzimas y aceptores de electrones
 - 2.1.4. Regulación alostérica e inhibición.
 - 2.1.5. El ATP como moneda energética: estructura y ciclo ATP/ADP
- 2.2. Metabolismo oxidativo y quimiosmosis
 - 2.2.1. Glucólisis y oxidación del piruvato
 - 2.2.3. Ciclo de Krebs
 - 2.2.4. Cadena transportadora de electrones y fosforilación oxidativa

Duración

8 horas

Unidad III. Principios de la Comunicación Celular

Competencia

Analizar los procesos de comunicación celular, mediante el estudio de sus principios y componentes, para explicar cómo las células coordinan sus funciones y responden a estímulos del entorno, con una visión integradora y pensamiento crítico.

Contenido

- 3.1. Los principios de la comunicación: endocrinas, paracrinas y por contacto
- 3.2. El concepto de receptor: Receptores intracelulares para señales lipofílicas
- 3.3. El concepto de receptor: Receptores de membrana para señales hidrofílicas
- 3.4. El concepto de respuesta celular: Respuestas rápidas (ej. canales iónicos) vs. lentas (ej. expresión génica)
- 3.5. El concepto de amplificación de señal

Duración

4 horas

Unidad IV. Ciclo celular y muerte programada

Competencia

Analizar las etapas del ciclo celular y los mecanismos de muerte programada, mediante la identificación de los puntos de control críticos, para valorar la importancia de la estabilidad genómica en la homeostasis tisular y en la prevención de patologías, con rigor analítico y pensamiento crítico.

Contenido

- 4.1. El ciclo celular y su regulación
- 4.2. La división celular mitótica y meiótica
- 4.3. La muerte celular programada y la apoptosis

Duración

4 horas

Unidad V. Biología tisular

Competencia

Analizar la organización morfofuncional de los cuatro tejidos básicos mediante técnicas histológicas y observación microscópica, para diferenciar sus componentes celulares y acelulares, y explicar su contribución a la homeostasis, con rigor metódico y pensamiento crítico.

Contenido

- 5.1 Fundamentos histológicos y principios de multicelularidad
- 5.2. La matriz extracelular y las uniones celulares
- 5.3. El tejido epitelial, descripción histológica y características funcionales
- 5.4. El tejido conectivo, descripción histológica y características funcionales
- 5.5. El tejido muscular, descripción histológica y características funcionales e intracelulares
- 5.5. El tejido nervioso, descripción histológica y características funcionales e intracelulares

Duración

8 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Arquitectura celular: Estructura y compartimentos celulares

Práctica 1: La Arquitectura Celular

Duración

8 horas

Procedimiento

Sesión 1: El Atlas Celular (El Reto de la Interpretación Visual)

1. Recibe una introducción guiada (del docente) sobre las escalas de la biología y la interpretación de imágenes, todo ello utilizando el proyector: ¿Qué revela un diagrama esquemático, una micrografía de fluorescencia y una micrografía electrónica (TEM)?
2. Participa, en equipos de estudio, en el "Reto del Atlas Celular".
3. Analiza la secuencia de 15 imágenes (diagramas, micrografías diversas) de organelos celulares proyectadas por su docente.
4. Utiliza una hoja de trabajo impresa para identificar la estructura, la técnica de microscopía y la función principal, y justificar la evidencia visual.
5. Discute en plenaria las imágenes más ambiguas. El o la docente fomenta el debate: "¿El equipo 3 por qué cree que esto es Golgi y no RE liso?"

Sesión 2: La Frontera Dinámica (Análisis de Casos de Transporte Pasivo)

6. El docente inicia con un caso-problema proyectado: "Un glóbulo rojo se coloca en tres soluciones desconocidas (A, B, C)".
7. Se proyectan las imágenes: Célula A (normal), Célula B (hinchada o lisada) y Célula C (crenada o encogida).
8. Analiza (en equipos) y responde en su bitácora: ¿Qué solución es isotónica, hipotónica e hipertónica? Justifica el movimiento del agua.
9. El docente introduce el "Reto de la Cinética" (Gráficas). Recibe (en hoja de trabajo) 3-4 gráficas de Velocidad de Transporte vs. Concentración de Solutos.
10. Identifica (en equipos) qué gráfica corresponde a difusión simple, difusión facilitada (saturable) y transporte activo.
11. Pasa al pizarrón (un representante por equipo) a dibujar cómo se vería la gráfica de difusión facilitada si se añade un inhibidor competitivo.

Sesión 3: Tráfico y Secreción (Transporte Activo y Vesicular)

12. El docente presenta un caso: "Célula en un medio sin ATP". Proyecta un diagrama de la bomba Na^+/K^+ .
13. Analiza (en equipos): ¿Qué le sucede al gradiente de sodio y potasio? ¿Por qué se considera "activo" este transporte?
14. Se presenta el "Reto de la Secreción" (ej. liberación de insulina o neurotransmisores).
15. Participa (en equipos) en el "Mapeo del Viaje" en una hoja de rotafolio o pizarrón.
16. Traza la ruta de una proteína (desde su síntesis hasta su liberación): Inicio (Ribosoma en el RE Rugoso) — Procesamiento (Aparato de Golgi) — Empaquetado (Vesícula) — Liberación (Exocitosis).
17. Discute en plenaria la diferencia entre este proceso (Exocitosis) y el transporte por canales (visto en Sesión 2).

Sesión 4: La Célula Integrada (Análisis de Figuras Científicas)

16. El docente proyecta un "Catálogo Visual" de los 3 tipos de filamentos del citoesqueleto.
17. Se presentan minicasos: "Célula A está migrando", "Célula B está en mitosis (dividiendo cromosomas)", "Célula C necesita resistir estrés mecánico (piel)".
18. Asigna (en equipos) qué filamento es el actor principal en cada caso (Microfilamentos, microtúbulos, filamentos intermedios) y justifica su función.
19. El docente proyecta una figura clave (y su leyenda) de un artículo científico sencillo (p. ej., una imagen de fluorescencia que muestra la localización de una proteína en el núcleo vs. el citoplasma).
20. Analiza (en equipos) la figura y redacta una conclusión de 3 frases que resuma el hallazgo principal, practicando la habilidad de "leer" datos científicos.

Recursos de apoyo

- Proyector, computadora (del docente) y pizarrón.
- Hojas de trabajo impresas (una por equipo o por estudiante, según el presupuesto).
- Bitácoras o cuadernos de los estudiantes.
- Libros de texto y dispositivos móviles (celulares) de las y los estudiantes para consulta.
- Fragmento de artículo científico (Figura y Leyenda) en formato digital (para proyectar).
- Acceso a internet (para el docente, para mostrar recursos visuales adicionales).

Unidad II. Bioenergética

Práctica 2: La lógica del metabolismo energético

Duración

8 horas

Procedimiento

Sesión 1: El Marco Conceptual (Energía, Acoplamiento y ATP)

1. El docente inicia con un diálogo guiado (proyector/pizarrón): Se proyecta un diagrama de energía simple (cuesta arriba vs. cuesta abajo). Se establece el concepto de "reacción favorable" (libera energía) vs. "no favorable" (requiere energía).
2. Se presenta el "Dilema del Acoplamiento": ¿Cómo "paga" la célula por una reacción "cuesta arriba"?
3. Se presenta el ATP (proyectado). Se analiza (en equipos de estudio) su estructura y se discute por qué sus enlaces fosfato son de "alta energía" (inestables).
4. Responde (en su bitácora) a un caso simple: "Una reacción necesita +3 kcal/mol. La hidrólisis de ATP libera -7 kcal/mol. ¿Por qué la célula usa ATP?". Se establece el concepto de "acoplamiento de reacciones".

Sesión 2: El Marco Conceptual (Enzimas, Coenzimas y Regulación)

5. El docente proyecta un diagrama de energía de activación (con y sin enzima). Se refuerza el concepto de "catalizador".
6. Se presenta el "Reto de la Cinética" (Gráficas). Recibe (en hoja de trabajo) 3 gráficas de Velocidad de Reacción.
7. Identifica (en equipos) la gráfica de una reacción normal, una con inhibidor competitivo y una con inhibidor no competitivo. Pasa al pizarrón a justificar su respuesta.
8. El docente proyecta el NAD⁺ y NADH. Se establece el concepto de "poder reductor" o "aceptor de electrones".
9. Discute en plenaria la pregunta clave: "¿Qué le pasa a una vía si la célula se queda sin NAD⁺?".

Sesión 3: El Flujo Lógico (De Glucólisis a Krebs)

15. El docente establece el objetivo: "No vamos a memorizar las 10 enzimas. Vamos a *seguir los carbonos y contar la energía*".
11. Participa (en equipos) en el "Mapeo del Flujo" (en pizarrón o rotafolio).
12. Traza el flujo conceptual de la glucólisis, partiendo de una molécula de Glucosa (6 carbonos) para generar dos moléculas de Piruvato (3 carbonos). Se identifica la inversión (Input) y la ganancia (Output) neta de ATP y NADH.
13. Traza el siguiente paso de transición (oxidación del piruvato), mostrando cómo el Piruvato (3C) se convierte en Acetil-CoA (2C) y libera CO₂.
14. Traza el flujo general del Ciclo de Krebs, enfocándose en cómo el Acetil-CoA (Input) se oxida completamente para liberar CO₂, y dónde se generan los productos clave (Output) como ATP, NADH y FADH₂. Se enfatiza su naturaleza cíclica.
15. Concluye con una discusión plenaria: Al final de Krebs, ¿dónde está la mayor parte de la energía oxidable de la glucosa original? (Respuesta esperada: En las moléculas de NADH y FADH₂).

Sesión 4: Análisis de Caso: Inhibidores de la Fosforilación Oxidativa

16. El docente proyecta el diagrama conceptual de la ETC y la ATP Sintasa (el motor que usa el gradiente de protones).
17. Se presenta el Caso A: "Inhibidor de la ETC (ej. Cianuro)".
18. Analiza (en equipos): ¿Qué pasa con el consumo de O₂? ¿Qué pasa con el bombeo de H⁺? ¿Qué pasa con la síntesis de ATP? ¿Qué pasa con los niveles de NADH?
19. Se presenta el Caso B: "Agente Desacoplante (ej. DNP, perfora la membrana)".
20. Analiza (en equipos) las mismas 4 preguntas. Se enfoca en la diferencia clave (el consumo de O₂ se *acelera* pero no se produce ATP).

Recursos de apoyo

- Proyector, computadora (del docente) y pizarrón.
- Hojas de trabajo impresas (Análisis de Estructura-Función, Tabla de Datos de Sprint, Casos de Inhibidores).
- Hojas de rotafolio o papel bond y marcadores (para el Mapeo Metabólico).

- Bitácoras o cuadernos de los estudiantes.
- Libros de texto y dispositivos móviles (celulares) de los estudiantes para consulta.

Unidad III. Principios de comunicación celular

Práctica 3: La lógica de la comunicación celular

Duración:

4 horas

Procedimiento

Sesión 1: El Problema de la Membrana (Principios y Receptores)

1. Atiende el diálogo guiado por su docente (proyector/pizarrón): "Si una célula en el cerebro (neurona) necesita 'hablar' con una célula en el músculo (lejos) vs. con la neurona de al lado (cerca), ¿cómo lo hace?".
2. Se co-construye en el pizarrón el concepto de señalización Endocrina (viaje largo), Paracrina (vecinos) y por Contacto (físico).
3. Se presenta (en equipos de estudio) el "Dilema del Receptor".
4. Atiende la proyección docente de la estructura de dos moléculas señal:
 - Molécula A: Un Esteroide (ej. testosterona, una molécula pequeña y lipofílica).
 - Molécula B: Una Proteína (ej. insulina, una molécula grande e hidrofílica).
5. Se plantea la pregunta al grupo: "Recordando la Unidad I (membrana plasmática), ¿cuál de estas moléculas puede cruzar la membrana por sí sola?".
6. Analiza (en equipos) y responde en su bitácora: ¿Dónde pondrían el "receptor" (el sensor) para la Molécula A? ¿Dónde para la Molécula B?
7. Discusión plenaria: Los y las estudiantes "descubren" la lógica de por qué existen receptores intracelulares (para A) y receptores de membrana (para B).

Sesión 2: El Problema de la Cascada (Transducción y Respuesta)

2. Atiende el diálogo guiado por su docente (proyector/pizarrón): "Si una célula en el cerebro (neurona) necesita 'hablar' con una célula en el músculo (lejos) vs. con la neurona de al lado (cerca), ¿cómo lo hace?".
3. Se co-construye en el pizarrón el concepto de señalización Endocrina (viaje largo), Paracrina (vecinos) y por Contacto (físico).
4. Se presenta en equipos de estudio el "Dilema del Receptor".
5. Atiende la proyección docente de la estructura de dos moléculas señal:
 - Molécula A: Un Esteroide (ej. testosterona, una molécula pequeña y lipofílica).
 - Molécula B: Una Proteína (ej. insulina, una molécula grande e hidrofílica).
6. Se plantea la pregunta al grupo: "Recordando la Unidad I (membrana plasmática), ¿cuál de estas moléculas puede cruzar la membrana por sí sola?".
7. Analiza (en equipos) y responde en su bitácora: ¿Dónde pondrían el "receptor" (el sensor) para la Molécula A? ¿Dónde para la Molécula B?

8. Participa en la discusión plenaria: Los y las estudiantes "descubren" la lógica de por qué existen receptores intracelulares (para A) y receptores de membrana (para B).

Recursos de apoyo

- Proyector, computadora (del docente) y pizarrón.
- Hojas de trabajo impresas (o proyectadas) con las estructuras moleculares (A vs. B) y los escenarios (rápidos vs. lentos).
- Hojas de rotafolio o papel bond y marcadores (para el mapeo de la cascada).
- Bitácoras o cuadernos de las y los estudiantes.
- Libros de texto y dispositivos móviles (celulares) de los estudiantes para consulta.

Unidad IV. Ciclo Celular y Muerte Programada

Práctica 4: La lógica de la proliferación y el control

Duración

4 horas

Procedimiento

Sesión 1: Análisis de los puntos de control y regulación del ciclo

1. Atiende el diálogo guiado por su docente (proyector o pizarrón) proyectando micrografías de células en mitosis y en interfase.
2. Se plantea la pregunta central: "Si la división es la meta, ¿por qué la célula pasa el 90% de su vida no dividiéndose? ¿Qué debe 'revisar' antes de comprometerse?".
3. Atiende la proyección de su docente de un un histograma simplificado (curva de distribución) que representa la "Cantidad de ADN por célula" en un tejido (sin nombrar la citometría de flujo).
4. Analiza (en equipos de estudio) los dos picos (G1/G0 y G2/M) y la zona intermedia (S). Responde en su bitácora: ¿Qué pico representa a las células en reposo? ¿Qué pico a las células listas para dividirse?
5. Participa (en equipos) en el "Mapeo de la Lógica de Control" utilizando una sección del pizarrón o una hoja de rotafolio.
6. Dibuja un diagrama de flujo simple que responda: ¿Qué se revisa en el "Checkpoint G1/S"? (ej. Daño al ADN, entorno favorable) y ¿Qué se revisa en el "Checkpoint G2/M"? (ej. Duplicación completa del ADN).

Sesión 2: Análisis de casos: muerte celular programada

7. Atiende la proyección docente de dos imágenes de microscopía electrónica (o diagramas claros) en contraste:
 - Célula A (Necrosis): Hinchada, membrana rota, contenido derramado (desorden).

- Célula B (Apoptosis): Encogida, membrana intacta pero "burbujeando" (blebbing), núcleo condensado.
8. Debate (en equipos): ¿Cuál es una muerte "limpia" y cuál una "sucia"? ¿Cuál creen que causará inflamación en el tejido circundante y por qué?
 9. Se presentan escenarios biológicos (proyectados): 1. La eliminación de las membranas entre los dedos en el feto. 2. La eliminación de la cola del renacuajo. 3. Una célula infectada por un virus.
 10. Explica (en su bitácora) por qué la apoptosis (muerte "limpia") es un proceso activo y necesario para estos escenarios.
 11. Atiende la presentación docente de un caso final de integración (proyectado): "Una célula de un tejido X recibe una mutación que: 1) Ignora las señales de 'detenerse' en G1 y 2) Pierde la capacidad de iniciar la apoptosis (Célula B) cuando su ADN está dañado".
 12. Predice (en equipos) el comportamiento de esta célula y presenta su conclusión al grupo, conectando la falla de la Unidad IV con el concepto de cáncer (Unidad VI).

Recursos de apoyo

- Proyector, computadora (del docente) y pizarrón.
- Hojas de trabajo impresas (o proyectadas) con las gráficas, imágenes de contraste (Necrosis/Apoptosis) y los casos.
- Hojas de rotafolio o papel bond y marcadores (opcional).
- Bitácoras o cuadernos de los estudiantes.
- Libros de texto y dispositivos móviles (celulares) de los estudiantes para consulta.

Unidad V. Biología Tisular

Práctica 5: El Reto de la Identificación Tisular

Duración

8 horas

Procedimiento

Sesión 1: El Lenguaje H&E y el Tejido Epitelial

1. Atiende la proyección docente de una micrografía teñida con H&E (Hematoxilina y Eosina).
2. Participa en un diálogo guiado (Punto Clave): "Recordando el pH de los organelos (Unidad I), ¿por qué creen que el núcleo (ADN/ARN ácidos) se tiñe de morado/azul (básico) y el citoplasma (proteínas básicas) se tiñe de rosa (ácido)?"
3. Atiende el establecimiento de los "Fundamentos de la Técnica" (el porqué de los colores) es clave para interpretar.
4. Participa (en equipos de estudio) en el "Reto de Clasificación Epitelial".

5. Atiende la proyección docente de una serie de 5-6 imágenes de "tejidos problema" (epitelios desconocidos, ej. piel, intestino, vejiga) en alta resolución.
6. Utiliza (en su bitácora o una hoja de trabajo) un árbol de decisión simple para cada imagen:
 - a) ¿Cuántas capas tiene? (Simple o Estratificado)
 - b) ¿Qué forma tiene la capa de células más superficial (apical)? (Plana, Cúbica o Cilíndrica)
 - c) ¿Tiene especializaciones? (ej. cilios, microvellosidades)
7. Con base en esas 3 preguntas, el equipo debe proponer la clasificación formal del tejido (ej. "Epitelio Cilíndrico Simple con Microvellosidades").
8. Se realiza una puesta en común en el pizarrón para verificar las clasificaciones

Sesión 2: El Tejido Conectivo (La Lógica de la Matriz)

9. Atiende la proyección docente sobre una micrografía teñida con H&E (Hematoxilina y Eosina).
10. Participa en un diálogo guiado por su docente (Punto Clave): "Recordando el pH de los organelos (Unidad I), ¿por qué creen que el núcleo (ADN/ARN ácidos) se tiñe de morado/azul (básico) y el citoplasma (proteínas básicas) se tiñe de rosa (ácido)?"
11. Se establece que "Fundamentos de la Técnica" (el porqué de los colores) es clave para interpretar.
12. Participa, en equipos de estudio, en el "Reto de Clasificación Epitelial".
13. El docente proyecta una serie de 5-6 imágenes de "tejidos problema" (epitelios desconocidos, p. ej., piel, intestino, vejiga) en alta resolución.
14. Utiliza (en su bitácora o una hoja de trabajo) un árbol de decisión simple para cada imagen:
 - a) ¿Cuántas capas tiene? (Simple o Estratificado)
 - b) ¿Qué forma tiene la capa de células más superficial (apical)? (Plana, Cúbica o Cilíndrica)
 - c) ¿Tiene especializaciones? (ej. cilios, microvellosidades)
15. Con base en esas 3 preguntas, el equipo debe proponer la clasificación formal del tejido (ej. "Epitelio Cilíndrico Simple con Microvellosidades").
16. Se realiza una puesta en común en el pizarrón para verificar las clasificaciones.

Sesión 3: Tejidos "Especiales" y el Reto de Identificación Final

17. El docente proyecta el "Catálogo Visual" de los 3 tipos de tejido muscular (Liso, Esquelético, Cardíaco) y del tejido nervioso (neurona vs. glía).
18. Los equipos debaten rápidamente y listan en el pizarrón las 3 características clave para diferenciar los tipos de músculo (¿Estrías? ¿Número de núcleos? ¿Discos intercalares?).
19. Se realiza el **"Simulacro de Examen Práctico (Incógnitas)"**.
20. El docente proyecta una secuencia de 10 "tejidos problema" (incógnitas) que mezclan los 4 tipos de tejidos vistos en toda la unidad.

21. Trabaja (primero individualmente en su bitácora, luego confiere con su equipo) para identificar cada tejido.
22. Se realiza una revisión rápida en plenaria ("Rapid-fire review"), donde cada equipo identifica una incógnita y da *una* razón morfológica clave para su respuesta.

Recursos de apoyo

- Proyector, computadora (del docente) y pizarrón.
- Hojas de trabajo impresas (con el árbol de decisión y el catálogo de componentes) o su equivalente proyectado.
- Bitácoras o cuadernos de los estudiantes.
- Libros de texto y atlas de histología (físicos o consultados en celular) de los estudiantes.
- Colección de micrografías de alta calidad (para proyectar).

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Arquitectura celular: estructura y compartimentos

Práctica 1: Introducción al laboratorio de biología celular

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Observa la explicación sobre la disposición general del laboratorio de biología celular y la ubicación de equipos e insumos.
3. Identifica los distintos elementos del laboratorio, incluyendo instrumentos, reactivos y áreas de trabajo específicas.
4. Reconoce y clasifica los residuos generados según su tipo, aplicando las normas de manejo de RPBI (Residuos Peligrosos Biológicos-Infecciosos).
5. Realiza un croquis del laboratorio indicando áreas de trabajo, ubicación de equipos, salidas de emergencia y zonas de residuos.
6. Atiende la explicación sobre medidas de seguridad en laboratorio biológico y el uso correcto de equipo de protección personal (EPP).
7. Aplica de manera supervisada las normas de bioseguridad, incluyendo manipulación segura de materiales y prevención de accidentes.
8. Anota en su bitácora observaciones sobre la organización del laboratorio, posibles riesgos y sugerencias de mejora en la seguridad.
9. Revisa con el docente el croquis y las anotaciones realizadas, incorporando comentarios y correcciones sugeridas.

10. Entrega la bitácora actualizada al docente para su revisión final y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio
- Equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio
- Señalética de seguridad y contenedores de RPBI
- Manual o instructivo de bioseguridad

Práctica 2: Observación de células mediante microscopía óptica

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Atiende la introducción al uso del microscopio óptico compuesto y la explicación de sus fundamentos estructurales y mecánicos.
3. Atiende la descripción docente sobre los cuidados básicos del microscopio y las precauciones esenciales para su uso adecuado.
4. Atiende la explicación de cada una de las partes del instrumento e identifica y manipula estas partes con cuidado y bajo supervisión.
5. Atiende a la forma correcta de trasladar el microscopio y replica este procedimiento de manera controlada.
6. Realiza una revisión general del equipo (estado de los lentes, iluminación, tornillos, platina, etc.) imitando las acciones del docente y siguiendo sus indicaciones.
7. Atiende la demostración del montaje adecuado de la laminilla y replica el procedimiento paso a paso.
8. Realiza el proceso de colocación de laminillas y montaje de material biológico de cuerpos de agua, replicando el proceso si es necesario.
9. Aplica paso a paso el protocolo de iluminación de Köhler, bajo instrucción y observación de su docente.
10. Atiende a la explicación de identificación de estructuras de compartimentos subcelulares y estructuras asociadas en células.
11. Desecha adecuadamente los residuos y limpia el microscopio y la estación de trabajo
12. Identifica compartimentos subcelulares con ayuda de recurso bibliográfico durante la observación bajo microscopio.
13. Escribe en su bitácora posibles modificaciones de la metodología de la práctica, observaciones y resultados.
14. Entrega la bitácora al docente para la revisión de sus anotaciones durante la práctica.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio y equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio

- Microscopio óptico compuesto
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Pipetas y dispositivos de succión
- Material biológico

Práctica 3: Determinación del tamaño celular mediante observación microscópica

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Atiende la explicación docente sobre la medición de células y el uso de la reglilla de calibración.
3. Revisa el microscopio y se asegura de que lentes, platina, tornillos e iluminación estén en condiciones óptimas.
4. Coloca la reglilla de calibración en la platina y ajusta el enfoque, siguiendo el protocolo de iluminación de Köhler.
5. Selecciona objetivos de menor a mayor aumento, realiza la calibración ocular y registra los factores de conversión en la bitácora.
6. Monta la muestra celular, ajusta el enfoque y selecciona el objetivo apropiado para la medición.
7. Mide las dimensiones de las células usando el retículo ocular calibrado y aplica los factores de conversión correspondientes.
8. Repite las mediciones para varias células de la misma muestra y registra promedios y observaciones relevantes.
9. Escribe en la bitácora posibles modificaciones de la metodología, dificultades encontradas y resultados obtenidos.
10. Entrega la bitácora al docente para revisión de las anotaciones y análisis de los resultados.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio y equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio
- Microscopio óptico compuesto
- Reglilla de calibración
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Pipetas y dispositivos de succión
- Muestras celulares

Práctica 4: Cuantificación volumétrica celular mediante ImageJ

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Atiende la explicación docente sobre cuantificación celular y uso de ImageJ.
3. Revisa que el microscopio, cámara, computadora y software funcionen correctamente.
4. Prepara las muestras de tejido vegetal en laminillas con las soluciones indicadas.
5. Coloca la laminilla en el microscopio, ajusta enfoque e iluminación de Köhler.
6. Toma imágenes representativas de las células para medición.
7. Abre las imágenes en ImageJ, calibra la escala y delimita contornos celulares.
8. Calcula el área de las células y registra los valores, diferenciando condiciones experimentales.
9. Repite mediciones para obtener datos representativos y registra conversiones a volumen si aplica.
10. Desecha adecuadamente los residuos y limpia el microscopio y la estación de trabajo
11. Escribe en la bitácora observaciones sobre cambios morfológicos de las células según el tipo de solución, posibles errores o variaciones en la técnica, y sugerencias de mejora del procedimiento.
12. Entrega la bitácora al docente para revisión de las anotaciones y discusión de resultados.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio y equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio
- Microscopio óptico compuesto
- Cámara digital
- Computadora con software ImageJ instalado
- Laminillas y cubreobjetos
- Pipetas y dispositivos de succión
- Muestras de tejido vegetal
- Soluciones hipotónicas e hipertónicas

Unidad II: Bioenergética celular

Duración

3 horas

Práctica 5: Construcción de curvas de calibración

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Atiende la explicación docente sobre la finalidad de la curva de calibración y el uso del espectrofotómetro para la cuantificación de lípidos.
3. Prepara una serie de soluciones estándar de lípidos a diferentes concentraciones a partir de una solución definida, siguiendo las indicaciones del docente.
4. Mezcla cada solución estándar con el reactivo colorimétrico indicado y deja que la reacción transcurra durante el tiempo requerido, siguiendo las instrucciones del docente.
5. Mide la absorbancia de cada estándar en el espectrofotómetro, asegurando que el instrumento esté correctamente calibrado y encendido, y registra cada valor.
6. Grafica la absorbancia en función de la concentración para construir la curva de calibración y determina la ecuación correspondiente (pendiente y ordenada al origen)
7. Atiende la explicación docente sobre la preparación de la muestra problema de lípidos según las indicaciones del docente.
8. Trata la muestra con el mismo reactivo empleado en los estándares, siguiendo cuidadosamente el tiempo y condiciones de reacción.
9. Mide la absorbancia de la muestra en el espectrofotómetro y registra el valor.
10. Desecha adecuadamente los residuos y limpia la estación de trabajo
11. Utiliza la curva de calibración previamente construida para calcular la concentración de lípidos de una muestra desconocida, aplicando la ecuación determinada.
12. Escribe en la bitácora observaciones sobre posibles desviaciones, errores experimentales y resultados obtenidos.
13. Entrega la bitácora al docente para revisión de las anotaciones y análisis de resultados.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio y equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio
- Espectrofotómetro y cubetas compatibles
- Solución de lípidos y reactivo colorimétrico
- Pipetas y dispositivos de succión
- Material de vidrio básico
- Calculadora

Práctica 6: Análisis bioenergético de procesos redox celulares mediante la reducción de aceptores electrónicos

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Atiende la explicación docente sobre los conceptos fundamentales de la práctica.
3. Prepara soluciones y mantiene los reactivos sensibles en condiciones adecuadas.
4. Extrae y prepara la muestra biológica para obtener la fracción de interés.
5. Filtra y centrifuga las muestras para concentrar los componentes celulares.
6. Procesa el material concentrado en soluciones apropiadas.
7. Divide las muestras según los tratamientos experimentales.
8. Prepara los reactivos complementarios según las indicaciones del docente.
9. Somete las muestras a las condiciones experimentales y observa cambios.
10. Desecha adecuadamente los residuos y limpia la estación de trabajo
11. Registra observaciones y mide parámetros cuantitativos en la bitácora.
12. Compara resultados entre tratamientos y realiza gráficas o cálculos según corresponda.
13. Anota conclusiones basadas en la interpretación de los datos experimentales.
14. Entrega la bitácora completa al docente incluyendo anotaciones, gráficas y conclusiones del experimento.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio y equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio
- Centrífuga
- Material de plástico para centrifuga
- Material de vidrio básico
- Pipetas y dispositivos de succión
- Material vegetal
- Reactivos: sacarosa 0.5 M, propilenglicol 10 %, buffer de fosfatos, KCl 0.08 M, DCPIP
- Fuente de luz
- Espectrofotómetro y cubetas compatibles
- Baño de agua y hielo

Práctica 7: Metabolismo mitocondrial por medio del ensayo de oxidación de succinato

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Atiende la explicación del docente sobre conceptos fundamentales, incluyendo función de reactivos y sustratos.
3. Procesa el material biológico con las soluciones apropiadas.
4. Prepara los grupos experimentales de acuerdo con el diseño experimental con apoyo del docente.
5. Observa y registra la coloración de los tubos, comparando experimental y control.
6. Desecha adecuadamente los residuos y limpia la estación de trabajo
7. Interpreta los resultados como evidencia de actividad enzimática y anota conclusiones en la bitácora.
8. Entrega la bitácora al docente para revisión de las observaciones, interpretación del resultado y conclusiones de la práctica.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio y equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio
- Mortero y pistilo
- Tubos de ensayo
- Pipetas y dispositivos de succión
- Gasa
- Baño María
- Arena de vidrio
- Reactivos: ácido succínico, ácido tricloroacético, azul de metileno
- Aceite vegetal o mineral

Unidad III: Comunicación y señalización celular

Práctica 9: Análisis de confluencia celular en cultivo celular *in-silico* con simulador SimulCell

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Atiende la explicación docente sobre el análisis de confluencia celular y la estimación del crecimiento en cultivos *in-silico*.
3. Inicia el simulador SimulCell, verificando que todos los recursos y el software funcionen correctamente.
4. Configura el experimento seleccionando tipo de célula, densidad inicial y tamaño de la placa según indicaciones.
5. Ejecuta la simulación y observa el crecimiento celular, registrando cambios en densidad y distribución.
6. Aplica las herramientas de medición de confluencia para estimar el porcentaje de área cubierta en distintos intervalos de tiempo.
7. Registra en la bitácora los valores de confluencia y observaciones sobre morfología y distribución celular.
8. Repite la simulación variando parámetros como densidad inicial o tasa de proliferación para comparar efectos.
9. Interpreta los resultados y los correlaciona con escenarios de cultivos reales.
10. Escribe en la bitácora posibles modificaciones de la metodología, observaciones relevantes y conclusiones sobre el crecimiento celular simulado.
11. Entrega la bitácora al docente para revisión de las anotaciones, análisis de datos y discusión de resultados.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet
- Simulador SimulCell
- Bitácora de laboratorio
- Manual del simulador

Práctica 10: Ensayo de cicatrización en cultivo celular *in-silico* con simulador SimulCell

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.

2. Atiende la explicación docente sobre el ensayo de cicatrización celular y su relevancia para estudiar migración y proliferación celular.
3. Inicia el simulador SimulCell, verificando que todos los recursos y el software funcionen correctamente.
4. Configura el experimento seleccionando tipo de célula, densidad inicial y generando una “herida” virtual según indicaciones del docente.
5. Ejecuta la simulación y observa migración y proliferación celular.
6. Usa las herramientas del simulador para medir la reducción del área de la herida y calcular el porcentaje de cierre en distintos intervalos de tiempo.
7. Registra en la bitácora los valores de cierre y observaciones sobre morfología y comportamiento celular.
8. Repite la simulación variando parámetros (densidad celular, velocidad de migración, tasa de proliferación) para comparar efectos.
9. Interpreta los resultados y los correlaciona con ensayos de cicatrización in-vitro.
10. Escribe en la bitácora posibles modificaciones de la metodología, observaciones relevantes y conclusiones sobre el comportamiento celular simulado durante el cierre de la herida.
11. Entrega la bitácora al docente para revisión de las anotaciones, análisis de datos y discusión de resultados.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet
- Simulador SimulCell
- Bitácora de laboratorio
- Manual del simulador

Unidad IV: Ciclo celular y muerte programada

Práctica 11: Identificación de las fases mitóticas

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Atiende la explicación docente sobre la mitosis y la identificación de sus fases.
3. Procesa el material biológico de acuerdo con el protocolo explicado por el docente.
4. Realiza la fijación y tinción del tejido según el protocolo indicado por el docente
5. Monta el material biológico para su observación al microscopio.
6. Observa las células, identifica las fases mitóticas y realiza un conteo de cada fase.
7. Realiza esquemas representativos de las células observadas, registrando las características de cada fase en la bitácora.
8. Anota observaciones sobre frecuencia relativa de fases, posibles errores y conclusiones del experimento.

9. Desecha adecuadamente los residuos y limpia el microscopio y la estación de trabajo.
10. Entrega la bitácora al docente para revisión de las anotaciones, análisis de datos y discusión de resultados.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio y equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio
- Microscopio óptico compuesto
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Raíces de cebolla jóvenes
- Tijeras y pinzas
- Reactivos de fijación y tinción

Práctica 12: Cuantificación y análisis mitótico

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Atiende la explicación docente sobre el índice mitótico y su cálculo a partir de las fases de la mitosis.
3. Procesa el material biológico de acuerdo con el protocolo explicado por el docente.
4. Fija el tejido según el protocolo indicado por el docente y aplica la tinción correspondiente.
5. Monta el material biológico para su observación al microscopio.
6. Observa al microscopio aplicando el protocolo de iluminación de Köhler.
7. Identifica las fases mitóticas (profase, metafase, anafase, telofase) y cuenta al menos 100 células por muestra.
8. Calcula el índice mitótico y registra los resultados, comparando entre segmentos o tratamientos si corresponde.
9. Realiza esquemas representativos de las células observadas en cada fase.
10. Anota observaciones sobre frecuencia de fases, errores posibles y conclusiones
11. Desecha adecuadamente los residuos y limpia el microscopio y la estación de trabajo
12. Entrega la bitácora al docente para revisión de las anotaciones, cálculo del índice mitótico y discusión de resultados.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio y equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio
- Microscopio óptico compuesto
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Raíces de cebolla jóvenes

- Tijeras y pinzas
- Reactivos de fijación y tinción

Unidad V. Biología tisular

Práctica 13: Identificación histológica del tejido epitelial y conectivo

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Atiende la explicación docente sobre los tipos principales de tejidos y la importancia de reconocer sus características celulares bajo el microscopio.
3. Recibe del docente las laminillas histológicas de tejidos epiteliales y conectivo, mientras observa las imágenes proyectadas de tejidos previamente identificados.
4. Coloca la laminilla en el microscopio y aplica el protocolo de iluminación adecuado para optimizar la visualización.
5. Identifica características celulares como la forma de las células, el tipo de coloración del tejido, la presencia de organelos visibles, la membrana celular y la matriz extracelular.
6. Compara lo observado en el microscopio con las referencias de un atlas de histología para confirmar la identificación del tejido.
7. Compara las características celulares entre los diferentes tejidos principales utilizando una tabla comparativa en su bitácora.
8. Realiza esquemas de los tejidos observados, identificando y rotulando las características celulares relevantes.
9. Escribe en la bitácora observaciones adicionales, posibles variaciones en las laminillas y conclusiones sobre la identificación histológica.
10. Entrega la bitácora al docente para revisión de sus anotaciones y análisis de los resultados.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio y equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio
- Microscopio óptico compuesto
- Laminillas histológicas de tejidos epitelial y conectivo
- Atlas de histología o imágenes de referencia: Pakurar A.S., Bigbee J.W. (2025, 14 de noviembre). Digital Histology. [Digital Histology](#)

Práctica 14: Identificación histológica del tejido muscular y nervioso

Duración

3 horas

Procedimiento

11. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
12. Atiende la explicación docente sobre los tipos principales de tejidos y la importancia de reconocer sus características celulares bajo el microscopio.
13. Recibe del docente las laminillas histológicas de tejidos muscular y nervioso, mientras observa las imágenes proyectadas de tejidos previamente identificados.
14. Coloca la laminilla en el microscopio y aplica el protocolo de iluminación adecuado para optimizar la visualización.
15. Identifica características celulares como la forma de las células, el tipo de coloración del tejido, la presencia de organelos visibles, la membrana celular y la matriz extracelular.
16. Compara lo observado en el microscopio con las referencias de un atlas de histología para confirmar la identificación del tejido.
17. Compara las características celulares entre los diferentes tejidos principales utilizando una tabla comparativa en su bitácora.
18. Realiza esquemas de los tejidos observados, identificando y rotulando las características celulares relevantes.
19. Escribe en la bitácora observaciones adicionales, posibles variaciones en las laminillas y conclusiones sobre la identificación histológica.
20. Entrega la bitácora al docente para revisión de sus anotaciones y análisis de los resultados.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio y equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio
- Microscopio óptico compuesto
- Laminillas histológicas de tejidos muscular y nervioso
- Atlas de histología o imágenes de referencia: Pakurar A.S., Bigbee J.W. (2025, 14 de noviembre). Digital Histology. [Digital Histology](#)

Práctica 15: Preparación de extendidos sanguíneos y tinción de Wright

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Entrega su bitácora previamente escrita con introducción, objetivos, materiales y metodología de la práctica para su revisión.
2. Atiende la explicación docente sobre la importancia del frotis sanguíneo y la tinción de Wright.
3. Reúne y prepara el material necesario, desinfecta la estación de trabajo y sigue las normas de bioseguridad para manipulación de sangre.
4. Realiza un extendido sanguíneo siguiendo las indicaciones del docente

5. Aplica la tinción de Wright según el protocolo indicado por el docente
6. Observa el frotis al microscopio, identifica los diferentes tipos de células sanguíneas y compara con un atlas hematológico.
7. Realiza esquemas representativos de las células observadas.
8. Desecha adecuadamente los residuos y limpia el microscopio y la estación de trabajo
9. Escribe en la bitácora observaciones, resultados, dificultades técnicas y posibles mejoras del procedimiento.
10. Entrega la bitácora al docente para revisión de las anotaciones y análisis de los resultados.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio y equipo de protección personal básico
- Bitácora de laboratorio
- Microscopio óptico compuesto
- Portaobjetos y cubreobjetos.
- Pipetas y gotero.
- Solución de Wright y solución tamponada.
- Atlas hematológico
- Muestra sanguínea.
- Material de bioseguridad

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Tutoría entre pares

Estrategia de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Resolución de problemas
- Trabajo colaborativo

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales.....	50%
- Portafolio de prácticas de laboratorio.....	30%
- Portafolio del taller.....	20%
Total.....	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

De Juan Herrero, J. (Dir.), Fernández Jover, E., Iborra Rodríguez, F. J., & Ribera Calvet, J. (Coords.). (2022). *Biología Celular: Conceptos esenciales*. Editorial Médica Panamericana.

Karp, G. (2021). *Biología celular y molecular: Conceptos y experimentos* (8ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Cooper, G. M. (2022). *The cell: A molecular approach* (9th ed.). Oxford University Press.

Gartner, L. P. (2020). *Textbook of histology* (5th ed.). Elsevier.

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). *Molecular biology of the cell* (6th ed.). Garland Science. [clásica]

Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., Amon, A., & Scott, M. P. (2021). *Molecular cell biology* (9th ed.). W. H. Freeman.

Ross, M. H., & Pawlina, W. (2015). *Histología: texto y atlas: correlación con biología celular y molecular* (7.ª ed.; A. Alday, Trad.). Wolters Kluwer.[clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Cell Image Library (CIL) (RRID:SCR_003510). Repositorio de imágenes y videos de células. <http://www.cellimagelibrary.org/>

The Knut & Alice Wallenberg foundation. (2025). The Human Protein Atlas - Cell Atlas: Base de datos con la localización subcelular de proteínas en líneas celulares humanas. <https://www.proteinatlas.org/humanproteome/cell>

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, Biotecnología, Química o áreas afines, preferentemente con posgrado en áreas afines como Biología Celular, Biología Molecular, Bioquímica, Ciencias Biomédicas o Biología del Desarrollo. Experiencia laboral deseable en investigación que incluya el uso de técnicas de microscopía, cultivo celular, histología y biología molecular. Experiencia docente previa de mínimo dos años en asignaturas del área de ciencias biológicas a nivel superior. Se consideran cualidades deseables la capacidad de integración de conceptos, la habilidad para organizar y dirigir sesiones prácticas de laboratorio, y el uso de metodologías de enseñanza activas centradas en el estudiante.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Historia y Filosofía de la Biología
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Julio Enrique Valencia Suárez María Evarista Arellano García
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad introduce al estudiantado de primer año de Biología en la historia y la filosofía de la disciplina, analizando cómo los descubrimientos biológicos han sido moldeados por contextos filosóficos y sociopolíticos. El curso fomenta el pensamiento crítico, la comprensión de la evolución del conocimiento biológico y la reflexión ética sobre el impacto de la biología en la sociedad. El estudiantado desarrollará habilidades para analizar textos históricos, debatir ideas y comunicar conceptos científicos en contextos sociales diversos. Esta unidad del área de humanidades, pertenece a la etapa básica y es de carácter obligatorio.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar el desarrollo histórico y filosófico de la biología, utilizando textos históricos, debates y estudios de caso, para comprender la relación entre ciencia, sociedad y ética, demostrando pensamiento crítico, responsabilidad social y apertura al diálogo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora un portafolio integrador de análisis histórico-filosófico de la biología, en el que se reflexione sobre el impacto contemporáneo de los principales hitos históricos, debates filosóficos y dilemas sociopolíticos de la disciplina. El portafolio debe contener análisis crítico de fuentes bibliográficas, discusión sobre implicaciones éticas y sociales, y reflexiones personales sobre el impacto contemporáneo.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Comprender y aplicar los fundamentos de ecología y sistemas socio ecológicos, a través de enfoques multi, inter y transdisciplinarios, integrando distintos niveles de organización ecológica, gestión y manejo de recursos naturales, dinámicas sociales y conocimientos tradicionales, para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación a los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso profesional y social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia e Interculturalidad.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Orígenes y fundamentos de la biología

Competencia

Identificar los orígenes históricos y filosóficos de la biología, utilizando las principales fuentes históricas y análisis del contexto en que fueron escritas, para reconocer la influencia de la cultura

y la sociedad en el desarrollo de la disciplina, con curiosidad intelectual y respeto por la diversidad de ideas.

Contenido

- 1.1. Introducción a la historia y filosofía de la biología
 - 1.1.1. ¿Qué es la biología? Definiciones y límites
 - 1.1.2. Importancia de la historia y la filosofía en la biología
- 1.2. Biología en la antigüedad
 - 1.2.1. Aristóteles y la observación de la naturaleza
 - 1.2.2. Teofrasto y la botánica
- 1.3. Biología en la Edad Media y Renacimiento
 - 1.3.1. Medicina y anatomía en la antigüedad y el Renacimiento
 - 1.3.2. Vesalio y la anatomía moderna
- 1.4. Nacimiento de la taxonomía
 - 1.4.1. Linneo y la clasificación de los seres vivos
 - 1.4.2. Buffon y la historia natural

Duración

8 horas

Unidad II. Revolución científica y evolución

Competencia

Interpretar el impacto de la revolución científica y la teoría evolutiva en la biología, mediante el estudio de textos fundacionales y debates históricos, para comprender la transformación del pensamiento biológico, con proactividad, apertura al diálogo y rigor académico.

Contenido

- 2.1. La revolución científica
 - 2.1.1. El método científico y la biología
 - 2.1.2. Boyle y Hooke: experimentación y microscopía
- 2.2. Teorías evolutivas
 - 2.2.1. Lamarck y la primera teoría evolutiva
 - 2.2.2. Darwin y la selección natural
 - 2.2.3. Debates sobre la evolución: Darwinismo social y eugenesia
- 2.3. Síntesis evolutiva moderna
 - 2.3.1. Genética y evolución
 - 2.3.2. Dobzhansky y la síntesis moderna

Duración

8 horas

Unidad III. Biología molecular y biotecnología

Competencia

Examinar los avances de la biología molecular y la biotecnología, mediante estudios de caso y análisis éticos, para valorar su impacto en la sociedad y la biodiversidad, con honestidad, responsabilidad social y ética profesional.

Contenido

- 3.1. Descubrimiento del ADN
 - 3.1.1. Watson, Crick y Franklin
 - 3.1.2. Implicaciones filosóficas del dogma central
- 3.2. Biotecnología y sociedad
 - 3.2.1. Proyecto Genoma Humano
 - 3.2.2. Organismos genéticamente modificados
- 3.3. Bioética y biología
 - 3.3.1. Dilemas éticos en la investigación biológica
 - 3.3.2. Comunicación científica y sociedad

Duración

8 horas

Unidad IV. Retos contemporáneos y futuro de la biología

Competencia

Destacar los retos actuales de la biología en contextos de justicia social y sostenibilidad, mediante el análisis de casos contemporáneos y la reflexión ética, para proponer soluciones responsables que atiendan problemáticas socioambientales, actuando con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social.

Contenido

- 4.1. Crisis de biodiversidad y cambio climático
 - 4.1.1. Extinción y conservación
 - 4.1.2. Justicia ambiental
- 4.2. Biología y políticas públicas
 - 4.2.1. Ciencia y toma de decisiones
 - 4.2.2. Participación ciudadana
- 4.3. Futuro de la biología
 - 4.3.1. Biología sintética
 - 4.3.2. Desafíos éticos y sociales

Duración

8 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Orígenes y fundamentos de la biología

Práctica 1: Análisis comparativo de textos fundacionales

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para la organización de equipos y asignación de textos.
2. Realiza lecturas de fragmentos seleccionados de Aristóteles y Teofrasto, identificando conceptos clave sobre la vida y la naturaleza.
3. Analiza el contexto sociopolítico en el que se produjeron los textos, considerando el papel de la filosofía y la cultura griega.
4. Elabora un cuadro comparativo que resuma las diferencias y similitudes en las concepciones de la vida.
5. Presenta el cuadro comparativo frente a grupo y una reflexión grupal sobre la influencia del contexto en la construcción del conocimiento biológico.
6. Entrega cuadro comparativo en formato digital.

Recursos de apoyo

- Textos impresos o digitales de Aristóteles y Teofrasto
- Hojas de trabajo y pizarra
- Computadora y proyector
- Plataforma educativa en línea

Práctica 2: Línea del tiempo colaborativa: ciencia, poder y sociedad

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones para formar equipos y seleccionar periodos históricos clave.
2. Investiga eventos biológicos relevantes y su contexto sociopolítico (e.g., avances en la Edad Media, Renacimiento).
3. Elabora una línea del tiempo mural que relacione descubrimientos biológicos con acontecimientos sociales y políticos.
4. Expone la línea del tiempo al grupo, argumentando la relevancia de los vínculos identificados.
5. Recibe retroalimentación del grupo y personal docente para mejorar el producto final.
6. Integra la retroalimentación del grupo y personal docente para mejorar el producto final.
7. Entrega la versión final de la línea del tiempo en formato digital.

Recursos de apoyo

- Cartulinas, marcadores y material de papelería
- Acceso a internet y bibliografía básica
- Pared o espacio para exhibición
- Plataforma educativa en línea

Unidad II. Revolución científica y evolución

Práctica 3: Debate estructurado: clasificación biológica y colonialismo

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para la asignación de roles (Linneo, Buffon, naturalistas coloniales, críticos contemporáneos).
2. Investiga los argumentos filosóficos y sociopolíticos sobre la clasificación de los seres vivos y su relación con el colonialismo.
3. Prepara argumentos y evidencias para el debate, considerando el impacto de la ciencia en la política y la sociedad.
4. Participa en el debate estructurado, defendiendo la postura asignada y respondiendo a preguntas del público.
5. Elabora una síntesis escrita de los aprendizajes y conclusiones del debate.
6. Entrega la síntesis escrita en formato digital.

Recursos de apoyo

- Guía de debate y tarjetas de roles
- Textos históricos y artículos de análisis
- Plataforma educativa en línea

Práctica 4: Simulación de descubrimiento científico: la célula y la microscopía

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción sobre el contexto histórico y filosófico de la invención del microscopio presentada por el personal docente.
2. Analiza fuentes primarias sobre los primeros descubrimientos celulares (Hooke, Leeuwenhoek).
3. Recrea en equipo una simulación del proceso de observación y registro de células, utilizando modelos o imágenes digitales.
4. Discute en grupo las implicaciones filosóficas y sociales del descubrimiento de la célula.

5. Elabora un reporte grupal que relacione el avance científico con su contexto histórico y social.
6. Entrega el reporte grupal en formato digital.

Recursos de apoyo

- Imágenes digitales o modelos de células
- Fuentes primarias impresas o digitales
- Computadora y proyector
- Plataforma educativa en línea

Unidad III. Biología molecular y biotecnología

Práctica 5: Juicio simulado: Darwinismo social y eugenesia

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para la asignación de roles (científicos, políticos, activistas, víctimas) y conformación de grupos de trabajo.
2. Integra equipos.
3. Investiga argumentos históricos y filosóficos sobre el darwinismo social y la eugenesia.
4. Prepara testimonios y argumentos para el juicio simulado, considerando el impacto social y ético de las ideas analizadas.
5. Participa en la simulación, defendiendo la postura asignada y debatiendo con otros participantes.
6. Elabora una reflexión grupal escrita sobre las consecuencias sociales y éticas del uso de la biología en políticas públicas.
7. Entrega la reflexión grupal en formato digital.

Recursos de apoyo

- Guión de juicios y tarjetas de roles
- Documentos históricos y testimonios
- Computadora para redacción
- Plataforma educativa en línea

Práctica 6: Edición genética y sociedad

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción del personal docente sobre los avances recientes en edición genética (CRISPR, terapia génica).

2. Recibe instrucciones sobre la conformación de equipos de trabajo.
3. Analiza casos reales de aplicación de la edición genética en humanos, animales o plantas.
4. Identifica los dilemas éticos y sociopolíticos asociados a cada caso.
5. Elabora en equipo recomendaciones éticas y sociales para la regulación de la edición genética.
6. Presenta las recomendaciones al grupo y recibe retroalimentación.
7. Entrega la presentación en formato digital.

Recursos de apoyo

- Casos impresos o digitales sobre edición genética
- Guía de análisis ético
- Computadora y proyector
- Plataforma educativa en línea

Unidad III. Retos contemporáneos y futuro de la biología

Práctica 7: Mesa redonda: biodiversidad, cambio climático y justicia ambiental

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para la organización de la mesa redonda y asignación de roles (científicos, comunidades afectadas, autoridades, ONGs).
2. Recibe instrucciones para la conformación de grupos de trabajo.
3. Investiga el impacto del cambio climático y la pérdida de biodiversidad en diferentes regiones y grupos sociales.
4. Prepara argumentos y propuestas para la mesa redonda, considerando perspectivas científicas, éticas y sociopolíticas.
5. Participa en la discusión, defendiendo la postura asignada y buscando consensos.
6. Elabora un documento grupal con propuestas de acción para la justicia ambiental.
7. Entrega documento grupal con propuestas en formato digital.

Recursos de apoyo

- Artículos científicos y de divulgación
- Guía de roles y formato de mesa redonda
- Computadora para redacción
- Plataforma educativa en línea

Práctica 8: Proyecto de comunicación científica: biología y sociedad

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción sobre la importancia de la comunicación científica en la sociedad actual.
2. Recibe instrucciones para la conformación de equipos de trabajo.
3. Selecciona en equipo un tema controversial de biología contemporánea (vacunas, transgénicos, biología sintética).
4. Elabora un producto de comunicación (infografía, video corto, podcast) dirigido a un público no especializado.
5. Presenta el producto al grupo y justifica las decisiones tomadas en cuanto a lenguaje, formato y enfoque.
6. Recibe retroalimentación y ajusta el producto final para su posible difusión.
7. Entrega el producto final en formato digital.

Recursos de apoyo

- Computadora, software de diseño o edición
- Acceso a internet y recursos multimedia
- Guía de comunicación científica
- Plataforma educativa en línea

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados. Estas estrategias deben seleccionarse en función del tipo de competencia, el nivel cognitivo y la naturaleza del contenido.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Debates y mesas redondas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Talleres colaborativos

Estrategia de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para organizar, adquirir, comprender y aplicar el conocimiento. Estas estrategias deben promover el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Investigación documental
- Exposición de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas conceptuales y líneas de tiempo
- Debate argumentativo
- Reflexión escrita

XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Exámenes parciales	20%
- Prácticas de Taller	40%
- Proyecto integrador	40%
Total.....	100%

XII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Plutynski, A. (2023). *The philosophy of biology: A beginner's guide*. Oxford University Press.

Ruse, M. (2020). *La filosofía de la biología (2ª ed.)*. Editorial Ariel Filosofía. Ludwig, D., Koskinen, I., Mncube, Z., et al. (Eds.). (2023). *Global epistemologies and philosophies of science*. Routledge.

Nicholson, D. J., & Dupré, J. (Eds.). (2022). *Everything flows: Towards a processual philosophy of biology*. Oxford University Press.

Meincke, A. S., & Dupré, J. (Eds.). (2022). *Biological identity: Perspectives from metaphysics and the philosophy of biology*. Routledge.

Griesemer, J. R. (2021). *Philosophy of biology: A contemporary introduction*. Routledge Contemporary Introductions to Philosophy.

Lewontin, R. C. (2017). *Biology as ideology: The doctrine of DNA*. Harvard University Press. [Clásico]

Mayr, E. (2016). *Así es la biología (3ª ed.)*. Editorial Debate. (Obra original publicada en 1997) [Clásico]

Torrens Rojas, E., Villela González, A., Suárez-Díaz, E., & Barahona Echeverría, A. (Coords.). (2015). *La biología desde la historia y la filosofía de la ciencia. Lecturas seleccionadas*. Prensas de Ciencias, UNAM. [Clásico]

Barahona, A., & Suárez, E. (2001). *Filosofía e historia de la Biología*. UNAM. [Clásico]

Asimov, I. (1975). *Breve historia de la biología*. EUDEBA. [Clásico]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Caponi, G. (2024). *Las tareas de la filosofía de la biología (vistas desde Iberoamérica)*. Ludus Vitalis. Revista de Filosofía de las Ciencias de la Vida, 32(61), 15-42.
<https://doi.org/10.22370/lv.2024.30.1.3987>
- Mora-Rojas, C. O., & Vélez-Jiménez, D. (2023). *Biología: Aspectos histórico filosóficos*. Ciencia y Sociedad, 48(2), 87-108. <https://doi.org/10.22206/cys.2023.v48i2.pp87-108>
- Suárez-Ruiz, E. J., & Lopez Orellana, R. A. (Eds.). (2019). *Perspectivas actuales en Filosofía de la Biología* [Número monográfico]. Revista de Humanidades de Valparaíso, 14, 1-180.
<https://dx.doi.org/10.22370/rhv2019iss14pp7-8>
- O'Malley, M. A. (2018). *Philosophy of biology*. In E. N. Zalta (Ed.), The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2018 Edition). <https://plato.stanford.edu/entries/biology-philosophy/> [Clásico]
- Dobzhansky, T. (1937). *Genetics and the Origin of Species*. Columbia University Press. [Clásico]
- Lamarck, J. B. (1809). *Filosofía zoológica*. Akal. [Clásico]
- Buffon, G. L. (1749-1788). *Historia natural*. Ed. facsímil, UNAM. [Clásico]
- Vesalio, A. (1543). *De humani corporis fabrica*. Ed. facsímil, UNAM. [Clásico]
- Teofrasto. (c. 300 a.C.). *Historia de las plantas*. Gredos. [Clásico]

XIII. PERFIL DOCENTE

La persona responsable de impartir esta unidad de aprendizaje debe de contar con grado de Maestría o Doctorado en Biología, Filosofía de la Ciencia, Historia de la Ciencia o áreas afines, respaldada por una trayectoria profesional que incluya una experiencia mínima de 2 años impartiendo docencia universitaria, preferentemente en cursos de historia, filosofía o ética de la ciencia; participación en proyectos de divulgación científica o investigación interdisciplinaria. Entre las cualidades deseables se encuentran el pensamiento crítico, la apertura al diálogo, la sensibilidad ética, la capacidad de motivar a estudiantes sin experiencia previa en filosofía, y el manejo de recursos didácticos innovadores.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Bioestadística I
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 03 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas Claudia Alejandra Reyes Valdez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es introducir al estudiantado en el ciclo completo de la investigación científica por medio de un proyecto guiado. El curso equilibra la experiencia práctica y auténtica de la colecta y análisis de datos propios con la enseñanza explícita de los fundamentos teóricos del diseño experimental. El diseño del curso se caracteriza por un andamiaje que se retira de forma progresiva. Este enfoque apoya al estudiantado en la transición desde la ejecución guiada hasta la aplicación autónoma de herramientas computacionales accesibles para el análisis visual. De este modo, se establece una base robusta, tanto práctica como conceptual, para la estadística inferencial que se aborda en cursos posteriores.

Corresponde a la etapa básica, con carácter obligatorio, y no tiene requisitos previos. Constituye el primer acercamiento formal del estudiantado al análisis cuantitativo y sirve como fundamento indispensable para la unidad de aprendizaje de Bioestadística II.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar datos biológicos, obtenidos de casos de estudio auténticos y de forma introductoria de observaciones o experimentos guiados, mediante la aplicación progresiva de técnicas de análisis exploratorio, para organizar, representar y responder preguntas de investigación de complejidad creciente, con orden, disciplina, pensamiento crítico y autonomía.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de Evidencias con Andamiaje Progresivo que integre una serie de reportes de análisis donde se apliquen técnicas de análisis exploratorio a casos de estudio de complejidad creciente. Para ello, el estudiantado deberá: 1) Completar un análisis inicial guiado, enfocado en la organización de datos y el cálculo de descriptivos básicos; 2) Desarrollar un segundo análisis donde seleccione las herramientas visuales apropiadas para responder a preguntas de investigación dadas; y 3) Conducir un análisis final de manera autónoma, desde la formulación de preguntas hasta la interpretación y comunicación de resultados en un reporte.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos,

para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia, Vanguardia e Inclusión.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. El Lenguaje de los Datos y la Investigación

Competencia

Diferenciar los componentes de un diseño de investigación, mediante la revisión de ejemplos biológicos, para formular preguntas de investigación y reconocer los tipos de variables involucradas, con rigor conceptual y curiosidad.

Contenido

- 1.1. El ciclo del análisis de datos
 - 1.1.1. De la pregunta a la conclusión: un mapa del curso
 - 1.1.2. El rol de la estadística descriptiva como base de la ciencia
- 1.2. Formulación de preguntas e hipótesis
 - 1.2.1. Características de una buena pregunta de investigación biológica
 - 1.2.2. Introducción conceptual a las hipótesis nula y alternativa
- 1.3. Diseños de investigación en biología
 - 1.3.1. Estudios observacionales: descripción y comparación
 - 1.3.2. Estudios experimentales: manipulación y control
 - 1.3.3. Poblaciones, muestras y la importancia del muestreo aleatorio
- 1.4. Tipos de variables y sus roles
 - 1.4.1. Variables categóricas: nominales y ordinales
 - 1.4.2. Variables numéricas: de intervalo y de razón (escala)
 - 1.4.3. Identificación de variables en estudios de caso
 - 1.4.4. Variables independientes y dependientes

Duración

6 horas

Unidad II. Arquitectura de Datos: Organización y Limpieza

Competencia

Estructurar un conjunto de datos crudos, mediante la aplicación de los principios de datos ordenados y herramientas de software de hoja de cálculo, para asegurar la integridad y calidad de la base de datos, con orden y disciplina.

Contenido

- 2.1. Principios de datos ordenados (Tidy Data)
 - 2.1.1. Cada variable en su columna, cada observación en su fila
 - 2.1.2. La importancia de un identificador único por observación
- 2.2. Buenas prácticas para la captura y documentación de datos
 - 2.2.1. Diseño de una hoja de cálculo para la colecta de datos
 - 2.2.2. Reglas para nombrar variables y estandarizar categorías
 - 2.2.3. Creación y uso de un diccionario de datos (metadatos)
- 2.3. Herramientas de auditoría en software de hoja de cálculo
 - 2.3.1. Uso de filtros para detectar valores anómalos o erróneos
 - 2.3.2. Uso de la función de ordenamiento para revisar la consistencia de las categorías
- 2.4. Métodos de limpieza y validación de datos
 - 2.4.1. Estrategias para el manejo de datos faltantes (NAs)
 - 2.4.2. Corrección de errores de transcripción y estandarización de formatos
 - 2.4.3. Documentación del proceso de limpieza en una bitácora de trabajo

Duración

6 horas

Unidad III. Análisis Univariado: La Exploración de los Datos

Competencia

Calcular e interpretar las medidas estadísticas descriptivas y elaborar las visualizaciones univariadas apropiadas para cada tipo de variable, mediante el uso de software especializado, para caracterizar y resumir sus propiedades principales, con precisión e integridad.

Contenido

- 3.1. Resumen de variables categóricas
 - 3.1.1. Elaboración de tablas de frecuencia absoluta y relativa
 - 3.1.2. Interpretación de proporciones y porcentajes en contextos biológicos
 - 3.1.3. Visualización mediante gráficos de barras

- 3.2. Resumen de variables numéricas: Medidas de tendencia central
 - 3.2.1. La media y su sensibilidad a valores atípicos
 - 3.2.2. La mediana como medida robusta de centralidad
 - 3.2.3. Criterios para seleccionar la medida más representativa de un conjunto de datos
- 3.3. Resumen de variables numéricas: Medidas de dispersión y posición
 - 3.3.1. Rango, cuartiles y rango intercuartílico (IQR)
 - 3.3.2. Varianza y desviación estándar: interpretación de la variabilidad
 - 3.3.3. El coeficiente de variación para la comparación de la dispersión entre variables
- 3.4. Visualización de la distribución de variables numéricas
 - 3.4.1. Construcción e interpretación de histogramas
 - 3.4.2. Construcción e interpretación de gráficos de caja y bigotes (Boxplots)
 - 3.4.3. Descripción de la forma de la distribución: simetría y asimetría

Duración

12 horas

Unidad IV. Análisis de Caso: De la Exploración a la Conclusión

Conducir un análisis de datos descriptivo completo, desde la formulación de preguntas hasta la comunicación de conclusiones, mediante la aplicación integrada de herramientas numéricas y visuales en un reporte técnico, con rigor, pensamiento crítico y autonomía.

Contenido

- 4.1. Práctica Focalizada de Análisis Bivariado a través de Mini-Casos
 - 4.1.1. El proceso de un mini-caso: análisis focalizado con datos limpios
 - 4.1.2. Mini-Caso Categórico:
 - 4.1.2.1. Análisis de la pregunta y el contexto proporcionado
 - 4.1.2.2. Aplicación de tablas de contingencia y gráficos de mosaico
 - 4.1.3. Mini-Caso Comparativo:
 - 4.1.3.1. Análisis de la pregunta y el contexto proporcionado
 - 4.1.3.2. Aplicación de descriptivos por grupo y gráficos de caja
 - 4.1.4. Mini-Caso Correlacional:
 - 4.1.4.1. Análisis de la pregunta y el contexto proporcionado
 - 4.1.4.2. Aplicación de gráficos de dispersión

4.2. Aplicación Integrada en un Caso de Estudio Final

- 4.2.1. Proceso del caso final: integración de habilidades con datos complejos
- 4.2.2. Formulación de preguntas propias y diseño del plan de análisis
- 4.2.3. Construcción de la narrativa: Integrando múltiples análisis en un reporte
- 4.2.4. Redacción de conclusiones y reconocimiento de limitaciones

Duración

12 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. El Lenguaje de los Datos y la Investigación

Práctica 1: De la Observación a la Estructura de Datos

Duración

9 horas

Procedimiento

1. Analiza en equipo un caso de estudio presentado en formato de "notas de campo".
2. Discute y formula una pregunta de investigación clara y acotada.
3. Realiza un diagnóstico conceptual de las variables necesarias (tipo de dato, rol, etc.).
4. Diseña en borrador la estructura de datos ordenada (Tidy Data) y un diccionario de datos.
5. Implementa la estructura diseñada en un software de hoja de cálculo.
6. Transcribe sistemáticamente los datos de las "notas de campo".
7. Realiza una auditoría de la base de datos usando filtros y ordenamiento.
8. Valida la base de datos final mediante una revisión de pares cruzada.

Hitos y Entregables de Avance Semanal:

Sesión 1 (3h) - Hito: El Plan de Investigación

Entregable de Avance: Un documento breve con la pregunta de investigación refinada y el diagnóstico completo de las variables (su tipo, rol y definición).

Sesión 2 (3h) - Hito: La Arquitectura de los Datos

Entregable de Avance: El archivo de hoja de cálculo con la estructura de la base de datos ya construida (solo encabezados) y el diccionario de datos finalizado.

Sesión 3 (3h) - Hito: La Base de Datos Funcional

Entregable Final: El archivo de hoja de cálculo con todos los datos transcritos, limpios y validados por pares.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software de hoja de cálculo (Jamovi, Excel, Google Sheets)
- Caso de estudio proporcionado por el personal docente

Unidad II. Arquitectura de Datos: Organización y Limpieza

Práctica 2: Curación de Datos

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Recibe una base de datos biológica con errores comunes y realiza una exploración inicial para detectar inconsistencias.
2. Elabora una lista de los errores potenciales y discute en equipo su posible origen y la mejor estrategia para corregirlos.
3. Propone y aplica reglas de estandarización para cada variable que presente inconsistencias.
4. Utiliza las herramientas de software para ejecutar la limpieza de forma sistemática.
5. Crea un registro de cambios (bitácora) donde se documente cada decisión de limpieza y su justificación.
6. Genera un reporte breve que resuma el proceso y presente la base de datos final, lista para el análisis.

Hitos y Entregables de Avance Semanal:

Sesión 1 (3h) - Hito: El Diagnóstico y Plan de Limpieza

Entregable de Avance: Un documento con el diagnóstico de errores de la base de datos y un plan de acción detallando las reglas de estandarización a aplicar.

Sesión 2 (3h) - Hito: La Base de Datos Curada

Entregable Final: El archivo con la base de datos limpia y la bitácora de trabajo completa.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software de hoja de cálculo (Excel, Google Sheets)
- Caso de estudio proporcionado por el personal docente

Unidad III. Análisis Univariado: La Exploración de los Datos

Práctica 3: Caracterización y Visualización de Variables

Duración

9 horas

Procedimiento

1. Utiliza una base de datos limpia para realizar un análisis descriptivo completo de cada variable de forma individual.
2. Para las variables categóricas, construye tablas de frecuencia y gráficos de barras.
3. Para las variables numéricas, calcula las medidas de tendencia central y de dispersión.
4. Para las variables numéricas, construye histogramas y gráficos de caja para visualizar su distribución.
5. Interpreta cada tabla y gráfico, redactando una conclusión concisa sobre las características de cada variable.
6. Integra todos los elementos en un reporte de análisis univariado.

Sesión 1 (3h) - Hito: Análisis de Variables Categóricas

Entregable de Avance: Un documento con las tablas de frecuencia y gráficos de barras de las variables categóricas, incluyendo su interpretación.

Sesión 2 (3h) - Hito: Análisis Numérico de Variables Continuas

Entregable de Avance: Una tabla resumiendo las medidas de tendencia central y dispersión de las variables numéricas, con una discusión sobre qué medidas son más representativas.

Sesión 3 (3h) - Hito: Análisis Visual de Variables Continuas

Entregable Final: Un reporte que integre el análisis de la sesión 2 con los histogramas y gráficos de caja, incluyendo una interpretación de la forma de las distribuciones.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software de hoja de cálculo (Excel, Google Sheets)
- Caso de estudio proporcionado por el personal docente
- Software estadístico (jamovi)

Unidad III. Análisis de Caso: De la Exploración a la Conclusión

Práctica 4: Exploración de Relaciones Bivariadas con Mini-Casos

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Realiza el diagnóstico de las variables involucradas (tipo de dato, rol).
2. Aplica la técnica bivariada específica (tabla de contingencia, comparación de grupos o gráfico de dispersión).
3. Interpreta el resultado numérico y/o visual en el contexto de la pregunta.
4. Redacta una conclusión concisa para cada mini-caso.

Sesión 1 (6h) - Hito: Mini-Caso

Entregable: Reporte del análisis de comparación de grupos.

Sesión 2 (6h) - Hito: Mini-Caso

Entregable: Reporte del análisis de correlación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software de hoja de cálculo (Excel, Google Sheets)
- Software estadístico (jamovi)
- Caso de estudio proporcionado por el personal docente

Práctica 5: Análisis Integrador y Comunicación de Resultados

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Recibe un caso de estudio final con una base de datos rica y compleja.
2. Explora los datos y formular de 2 a 3 preguntas de investigación propias.
3. Diseña un plan de análisis que combine técnicas univariadas y bivariadas.
4. Ejecuta el plan de análisis utilizando el software estadístico.
5. Construye una narrativa coherente que conecte los diferentes hallazgos.
6. Estructura y redactar un reporte final completo.
7. Presenta los hallazgos principales al grupo.

Sesión 1 (3h) - Hito: Propuesta de Investigación.

Entregable: Documento con las preguntas y el plan de análisis.

Sesión 2 (3h) - Hito: Avance de Análisis.

Entregable: Primeros resultados (tablas y gráficos) con interpretaciones preliminares.

Sesión 3 (3h) - Hito: Borrador de Resultados.

Entregable: Borrador completo del reporte para revisión por pares.

Sesión 4 (3h) - Hito: Entrega y Presentación Final.

Entregable: Reporte Final y presentación oral.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Software de hoja de cálculo (Excel, Google Sheets)
- Software estadístico (jamovi)
- Caso de estudio proporcionado por el personal docente

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	30%
– Portafolio de evidencias de taller	50%
– Proyecto Final	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Murray R. S., Larry J.S. (2020). *Estadística*. McGraw-Hill Interamericana. ISBN: 9786071514639. 579 pp.

Pérez, C. (2012). *Estadística Aplicada, Conceptos y Ejercicios a través de Excel*. Instituto de Estudios Fiscales (IEF) Universidad Complutense de Madrid. [clásica]

Triola, M.F. (2018). *Estadística. Decimosegunda edición*. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. ISBN: 978- 607- 32-4378-0. 784 pp. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Matemáticas profe Alex. (2024, 18 noviembre). *Medidas de tendencia central | Media, Mediana y Moda* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/dfxCsCZ1c3A>

Matemáticas profe Alex. (2018, 3 de abril). *Media, Mediana y Moda | Datos agrupados en intervalos | Ejemplo 1* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/oH3hTV53TdU> YouTube

Matemáticas profe Alex. (2017, 12 de junio). *Varianza y desviación estándar | Introducción* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/oZRaDwnpXkY> YouTube

Matemáticas profe Alex. (2017, 7 de agosto). *Varianza, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación ...* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/MkmPmHTHyk>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Matemática, Física, Biología, Oceanología o área afín, contar con experiencia docente de al menos dos años. Debe ser una persona tolerante, responsable y que promueva el pensamiento crítico en los estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Artrópodos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	David Schneider Carlos Alberto Flores Lopez Gonzalo De Leon Giron
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Artrópodos introduce al estudiantado de la Licenciatura en Biología a la diversidad morfológica, funcional y ecológica de los artrópodos, grupo clave para comprender la estructura y dinámica de los ecosistemas y su aprovechamiento. Mediante clases, talleres, prácticas de campo y trabajo extra clase, las y los estudiantes desarrollarán conocimientos y habilidades para identificar los principales grupos de artrópodos, analizar sus ciclos de vida y estrategias reproductivas, evaluar su papel en la dinámica de los suelos y en procesos de bioconversión, e interpretar su importancia en sistemas agroecológicos y de manejo sustentable de recursos.

Esta unidad forma parte de la etapa básica de formación, tiene carácter obligatorio, sin requisito previo, fortalece la formación disciplinar temprana, pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad y sienta bases para unidades de aprendizaje especializadas en zoología y entomología aplicada.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la diversidad morfológica, funcional y ecológica de los artrópodos, mediante el uso de herramientas taxonómicas, técnicas de campo y revisión científica actualizada, para interpretar su importancia biológica, ecológica y aplicada en sistemas agroecológicos, suelos y procesos de bioconversión, con actitud crítica, ética profesional y compromiso con la sustentabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Reporte integrador de prácticas de laboratorio y campo donde se incluya un proceso científico que demuestre el análisis de datos y un conocimiento básico de la diversidad de artrópodos.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Vanguardia; Innovación Social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Morfología, anatomía y filogenia de los artrópodos

Competencia

Examinar las características morfológicas y anatómicas de los principales grupos de artrópodos, mediante la observación de especímenes, el análisis comparativo, el uso de literatura científica y bases de datos filogenómicas recientes, para comprender sus relaciones evolutivas y bases funcionales con actitud crítica, reflexiva y de apertura a la actualización científica.

Contenido

- 1.1. Conceptos básicos: características generales de los artrópodos
- 1.2. Morfología externa vs interna
- 1.3. Filogenia y clasificación moderna

Duración

12 horas

Unidad II. Ciclo de vida, desarrollo y reproducción

Competencia

Distinguir los patrones de crecimiento, muda, metamorfosis y reproducción de los artrópodos, por medio del empleo de técnicas descriptivas y comparativas, para explicar sus estrategias adaptativas y su relevancia ecológica, con actitud analítica, responsable y de respeto hacia la biodiversidad.

Contenido

- 2.1. Crecimiento, muda y metamorfosis
- 2.2. Reproducción sexual, partenogénesis y estrategias reproductivas
- 2.3. Influencia de los factores ambientales

Duración

8 horas

Unidad III. Artrópodos y suelo

Competencia

Analizar la composición y funciones de los artrópodos edáficos en la dinámica de los suelos, a través del uso de muestreos de campo, técnicas de identificación y revisión bibliográfica actual, para evaluar su papel como bioindicadores de salud del suelo y agentes de procesos ecológicos clave, con actitud crítica, ética profesional y de compromiso con la sustentabilidad.

Contenido

- 3.1. Composición de la fauna edáfica
- 3.2. Funciones ecológicas

- | | | | | | | | | |
|------|------------|------|----------------|-----------|-----------|----------|-----|-------|
| 3.3. | Artrópodos | como | bioindicadores | de | la | salud | del | suelo |
| 3.4. | Impacto | de | las | prácticas | agrícolas | modernas | | |

Duración

4 horas

Unidad IV. Entomología aplicada

Competencia

Desarrollar propuestas de manejo y aprovechamiento de artrópodos en contextos aplicados, como entomología agrícola, control biológico y bioconversión, mediante estudios de caso, revisión de literatura reciente y prácticas experimentales, para fomentar soluciones innovadoras y sostenibles a problemas agroecológicos y de gestión de residuos, con actitud creativa, orientada a la innovación y ética profesional.

Contenido

- | | | | | | | |
|------|-------------|-----------|-----------|---------------|-----------------|----------|
| 4.1. | Principios | generales | de | la | entomología | aplicada |
| 4.2. | Entomología | agrícola | y | bioconversión | | |
| 4.3. | Métodos | modernos | de | monitoreo | de | insectos |
| 4.4. | Ética, | impacto | ambiental | y | sustentabilidad | |

Duración

8 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Morfología, anatomía y filogenia de los artrópodos

Práctica 1: Tardígrados

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Prepara portaobjetos excavados y coloca muestras desecadas de *Milnesium* y *Ramazzottius*.
3. Rehidrata con 1–2 mL de agua destilada o solución salina (0.5%).
4. Inicia cronómetro inmediatamente tras la hidratación.
5. Observa bajo microscopio y registra el tiempo de reactivación de cada individuo.
6. Repite con al menos 5 individuos por tratamiento.
7. Registra resultados en hoja de datos y calcula medias y desviaciones.
8. Analiza los resultados con prueba estadística básica (t-test o ANOVA simple).
9. Redacta reporte de práctica.

Recursos de apoyo

- Microscopios ópticos y portaobjetos excavados
- Cronómetros o celulares con función de temporizador
- Hojas de registro / Google Sheets
- Artículos sobre criptobiosis y fisiología de tardígrados
- Videos demostrativos de reviviscencia en *Milnesium* y *Ramazzottius*

Práctica 2: Ciclo de vida de *Glycaspis brimblecombei* y técnicas de medición con ImageJ

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Recolecta hojas de *Eucalyptus camaldulensis* con huevos, ninfas y lerps visibles.
3. Observa al estereoscopio la presencia de lerps y retira cuidadosamente con aguja fina para exponer ninfas.
4. Identifica características morfológicas de cada estadio ninfal (I–V) con ayuda de guías ilustradas.
5. Mide longitud, ancho y antenas de ninfas y adultos colocando especímenes junto a lámina graduada.
6. Toma fotografías con escala incluida y procesarlas en **ImageJ** para obtener medidas precisas.
7. Observa e identifica enemigos naturales asociados si presentes (p. ej. Parasitoides, Coccinellidae, Formicidae, Chrysopidae).
8. Elabora un reporte grupal con descripción morfológica, ciclo de vida y enemigos naturales, siguiendo checklist de artículo científico.

Recursos de apoyo

- Estereoscopios y láminas graduadas
- Agujas finas de disección, pinzas y cajas Petri
- Cámara digital o celular para registro fotográfico con escala
- Software **ImageJ** para mediciones
- R (GUI o script) para análisis estadístico básico (ej. comparación de medidas)
- Rodas et al. 2021 – Ciclo de vida y enemigos naturales en Colombia
- Messoudi et al. 2017 – Ciclo en *E. camaldulensis* y *E. grandis*
- Sharma et al. 2013 – Desarrollo ninfal y construcción de lerps
- Rosales et al. 2008 – Primer registro en Venezuela
- Presentación de práctica con claves visuales
- Guía de medición de psíldos
- Checklist de reporte científico
- Repositorios de imágenes: INaturalist, BugGuide

Práctica 3: Identificación de arañas

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Observa la morfología general de especímenes bajo estereoscopio.
3. Aplica clave dicotómica hasta nivel de familia.
4. Anota características diagnósticas observadas.
5. Fotografía o dibuja estructuras relevantes con escala.
6. Redacta un diagnóstico y descripción siguiendo formato científico.
7. Integra un reporte grupal con introducción, metodología, resultados y discusión.

Recursos de apoyo

- Clave dicotómica de familias de arañas (en PDF/impreso)
- Microscopios estereoscópicos
- Manuales de morfología (p. ej. Ubick et al. “Spiders of North America”)
- Software de edición de imágenes para escalas y rotulado
- Ejemplos de artículos cortos en formato taxonómico

Práctica 4: Montaje de insectos para colección

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Selecciona insectos frescos o previamente conservados en congelador.

3. Monta especímenes en alfiler entomológico siguiendo reglas estándar (punto de inserción según orden).
4. Para individuos pequeños, emplea el método de card-point con pegamento.
5. Coloca viales con alcohol para organismos blandos (ej. Collembola, ácaros).
6. Prepara etiquetas con datos de colecta (localidad, fecha, colector, hábitat).
7. Coloca ejemplares montados en caja entomológica, manteniendo orden y estética.
8. Revisa uniformidad de altura de montaje y legibilidad de etiquetas.

Recursos de apoyo

- Alfileres entomológicos estandarizados (No. 2 y 4).
- Bloques de montaje y tableros de extensión.
- Manuales de técnicas de colección (p. ej. Univ. Idaho Extension).
- Cajas entomológicas con fondo de unicel o fibra.
- Acceso a biblioteca digital para consultar claves taxonómicas.

Práctica 5: Anatomía y disección de Decapoda (camarón)

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Coloca un espécimen de camarón completo (previamente preservado) en la tabla de disección.
3. Identifica al menos hasta al nivel familiar con ayuda de la guía FAO.
4. Reconoce estructuras externas: caparazón, antenas, patas, pedúnculos oculares.
5. Abre cuidadosamente el caparazón dorsal y expone órganos internos.
6. Extrae y separar los órganos en cajas Petri.
7. Registra observaciones anatómicas con dibujos o fotografías.
8. Prepara secciones delgadas de tejidos seleccionados, aplicar tinción (azul de metileno, H-E, o alizarina para estructuras calcificadas).
9. Observa al microscopio tejidos y estructuras histológicas.
10. Elabora reporte grupal con identificación, descripción de estructuras y resultados de tinciones.

Recursos de apoyo

- Especímenes de camarón preservados
- Guía FAO de identificación de decápodos
- Manual de disección de decápodos
- Planches d'anatomie (referencias visuales de órganos internos)
- Estereoscopios y microscopios

- Estuches de disección, tijeras finas, pinzas y bisturís
- Cajas de Petri y portaobjetos con cubreobjetos
- Tinciones: azul de metileno, hematoxilina-eosina, alizarina roja (para molino gástrico)
- Solución de KOH al 10% y baño María (para aclaramiento del molino gástrico)
- Material audiovisual: video de disección de camarón (FishyScience YouTube)
- Protocolos de histología de artrópodos (Brösing et al. 2007)

Unidad II. Ciclo de vida, desarrollo y reproducción

Práctica 6: Artemias y cafeína

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Repara dos tratamientos: control (agua destilada) y cafeína (100 mg/L).
3. Coloca vasos en hielo y registra la temperatura inicial.
4. Toma muestras de nauplios de 3 días y coloca en portaobjetos excavados.
5. Observa bajo el estereoscopio y cuenta movimientos propulsivos durante 10 segundos.
6. Cambia de organismo en cada réplica para asegurar independencia.
7. Repite observaciones hasta estabilizar la temperatura cercana a 0 °C.
8. Registra datos en hoja de cálculo y transforma a bpm (movimientos por minuto).
9. Analiza mediante GLM para evaluar efectos de temperatura, cafeína e interacción.

Recursos de apoyo

- Estereoscopios y contadores de mano
- Cultivo de nauplios de Artemia de 3 días
- Cronómetros digitales / apps móviles de conteo
- Google Form para ingreso de datos grupales
- Checklist para reportes tipo artículo científico (Dropbox)
- Lecturas sobre efectos de cafeína en organismos acuáticos

Unidad III. Artrópodos y suelo

Práctica 7: Identificación de microartrópodos del suelo

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Cada estudiante aporta una muestra de suelo (~50 mL).
3. Monta embudo de Berlese con lámpara o aplicar método de flotación en caja Petri.
4. Extrae microartrópodos hacia alcohol o agua limpia.

5. Observa especímenes bajo estereoscopio/microscopio compuesto.
6. Usa guía ilustrada y claves para identificar a nivel de orden/familia.
7. Registra abundancia y riqueza por muestra.
8. Compara resultados entre equipos según tipo de suelo.
9. Discute patrones ecológicos observados (ej. mayor riqueza en suelos con más hojarasca).

Recursos de apoyo

- Microscopios estereoscópicos y compuestos
- Guía ilustrada de artrópodos edáficos
- Sitios interactivos de identificación (Lucid Key, UBC Mite Key)
- Acceso a base de datos de biodiversidad del suelo en México

Unidad IV. Entomología aplicada

Práctica 8: Visita al criadero de mosca soldado negra (CICESE)

12 horas

Procedimiento

1. Presta atención a la presentación introductoria sobre bioconversión con BSF.
2. Participa en un recorrido guiado por las instalaciones:
3. Visita el área de reproducción de adultos.
4. Observa la incubación de huevos.
5. Realiza manejo de larvas y sustratos.
6. Observa el proceso de cosecha y frass.
7. Observa directamente las fases del ciclo de vida (*Hermetia illucens*).
8. Discute sobre aplicaciones en agroindustria, fertilizantes y alimentación animal.
9. Registra individualmente en bitácora de aspectos técnicos observados.
10. Elabora un reporte reflexivo relacionando lo observado con la entomología aplicada y una propuesta de negocio posible.

Recursos de apoyo

- Instalaciones del criadero de BSF en CICESE
- Material audiovisual sobre bioconversión y economía circular
- Protocolos de manejo de larvas y frass
- Guía de observación de fases del ciclo de vida
- Lecturas sobre aplicaciones de BSF en agricultura y acuicultura

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad IV. Entomología aplicada

Práctica 1: Métodos de captura y ecología de poblaciones de artrópodos

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Lee el protocolo de la práctica de campo y atiende indicaciones docentes.
2. Integra un grupo de trabajo conformado por tres a cinco integrantes.
3. Formula una pregunta científica clara y concisa sobre poblaciones de artrópodos que pueda resolverse con datos obtenidos en un periodo de 24 horas.
4. Diseña el mini-proyecto de investigación definiendo:
Sitios de muestreo.
Hipótesis y variables a evaluar.
Técnicas de recolección de datos.
5. Utiliza el material disponible (trampas pitfall, redes entomológicas, aspirador de motor, trampas de colores, u otros) para capturar insectos.
6. Registra variables ambientales con apoyo del app Windy u otros instrumentos.
7. Una vez registrados los datos necesarios (identificación, conteo, medición, etc.), libera a los organismos en el mismo sitio donde fueron capturados.
8. Realiza la recolección de datos de campo de acuerdo con el diseño establecido por el grupo, cuidando la seguridad personal y el respeto a la vida silvestre.
9. Revisa las trampas con frecuencia y las retira al finalizar el muestreo para evitar la mortalidad accidental de los insectos u otros organismos.
10. Aplica una prueba estadística adecuada para interpretar los resultados de acuerdo con la hipótesis planteada.
11. Elabora en equipo un reporte de práctica de campo.

Recursos de apoyo

Equipo personal estudiantil:

- Ropa adecuada para campo (pantalones largos, botas y sombrero/gorra).
- Botiquín personal y medicamentos necesarios.
- Libreta de campo, pluma/lápiz.
- Agua y alimentos personales.
- Linterna y pilas de repuesto.

Equipo de campo (provisto por su docente):

- Trampas pitfall (para insectos caminadores).
- Redes entomológicas (para insectos voladores).
- Aspirador de motor (para insectos pequeños en vegetación).

- Trampas de colores (para insectos polinizadores).

Herramientas digitales:

- Celular con la aplicación Windy para registrar variables ambientales (temperatura, humedad, nubosidad).
- Software de análisis estadístico (ej. Excel, R, Python).
- Editor de texto para elaborar el reporte (Word, Google Docs, etc.).

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- | | |
|---|-----|
| - Evaluaciones parciales | 50% |
| - Reportes de práctica de laboratorio y campo | 50% |

- Total

100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Coronado Padilla, R., & Márquez Delgado, A. (1972). *Introducción a la entomología: Morfología y taxonomía de los insectos*. Limusa.

Planello Carro, M. del R., Rueda Andrés, M. J., Escaso Santos, F., & Narváez Padilla, I. (s.f.). *Manual de entomología aplicada*. Editorial Sanz y Torres.

Gabriel, J. (2021, febrero 23). *Entomología aplicada para agropecuarios* [PDF]. https://www.researchgate.net/publication/349607934_Libro_entomologia_Febrero_23_2021

Hernández Cumplido, J., García Gómez, A., & Rojas Ascencio, A. (2022). *Entomología: Prácticas de laboratorio*. UNAM.

McGavin, G. C. (2002). *Entomología general y aplicada*. (Versión digital disponible en UABC).

Koha OPAC UABC – Catálogo de la UABC para localización de libros físicos o digitales. Por ejemplo, el ítem “Introducción a la entomología” está registrado. catalogocimarron.uabc.mx

Plataforma libros electrónicos UABC – Sección de “Libros electrónicos” en la biblioteca UABC: permite acceder a e-books texto completo. UABC Libraries. <https://bibliotecas.uabc.mx/libros-electronicos>

Bases de datos UABC – La biblioteca UABC cuenta con bases de datos, eBooks y revistas en texto completo. UABC Libraries. <https://bibliotecas.uabc.mx/bases-de-datos>

Recursos de acceso abierto UABC – Colección de artículos, informes técnicos y materiales curriculares de acceso libre. UABC Libraries. <https://bibliotecas.uabc.mx/recursos-de-acceso-abierto>

Entomología Mexicana – Revista digital de entomología, volumen 8 núm.1 (2021).

Revistas ACAENTMEX. <https://revistas.acaentmex.org/index.php/entomologia/issue/view/>

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Schowalter, T. D. (2006). *Insect ecology: An ecosystem approach*. Academic Press. https://books.google.com/books/about/Insect_Ecology.html?id=3PD6R-AEwEC [Google Books+2Barnes & Noble+2](#)
- Singh, D., Kumar, R., Singh, S., & Ramniwas, S. (Eds.). (2023). *3D printing of sustainable insect materials* [e-book]. Springer Cham. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-25994-4> [SpringerLink+1](#)
- Rajabpour, A., & Yarahmadi, F. (2024). *Decision system in agricultural pest management* [e-book]. Springer, Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-97-1506-0> [Macquarie University Researchers+1](#)

XIV. PERFIL DOCENTE

Formación en Ciencias Biológicas, Ambientales o afines, preferentemente con posgrado, experiencia en investigación, monitoreo y conservación de vida silvestre. Debe integrar principios de ecología mediante enfoques inter y transdisciplinarios, para guiar al estudiantado en el análisis de las relaciones bióticas y su respuesta a las perturbaciones ambientales y antropogénicas, con compromiso ético y responsabilidad ambiental.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ficología y Briofitas
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 03 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:08
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Julio Enrique Valencia Suarez Socorro Jiménez Valera Ricardo Cruz López Alfredo Francisco Yanez Montalvo
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito introducir al estudiante al conocimiento de la diversidad, morfología, fisiología y ciclos de vida de las algas y briofitas, así como su importancia ecológica y sus diversas aplicaciones. Se busca desarrollar habilidades de observación micro y macroscópica, muestreo ecológico básico, cultivo elemental de microalgas, uso de claves para identificación, registro y manejo inicial de datos, e interpretación de información morfológica y referencias moleculares introductorias, aplicándolas en contextos como bioindicación ambiental y floraciones algales nocivas, con rigor científico, trabajo colaborativo y bioética. Se ubica en la etapa básica, es de carácter obligatorio y pertenece al área de Biodiversidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar la diversidad, morfología, fisiología y ciclos de vida de algas y briofitas mediante observación micro y macroscópica, muestreo ecológico básico, cultivo elemental, uso de claves de identificación y manejo inicial de datos, para diagnosticar su función ecológica y su pertinencia en monitoreo ambiental y aprovechamiento responsable, con rigor científico, colaboración, ética profesional y conciencia socioambiental.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto Integrador

- Reportes de laboratorio y campo con micrografías anotadas, protocolos breves de cultivo, hojas de datos de muestreos y una colección documentada mínima (algas y/o briofitas) con etiquetas y georreferenciación, que muestre procesos y resultados observables.
- Realizar un ensayo analítico sobre un problema ecológico o una aplicación de las algas en distintas áreas como la bioindicación con briofitas, el análisis de un evento de floración algal o la bioremediación que integre la interpretación de datos, la argumentación fundamentada y la propuesta de acciones pertinentes.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social y Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Diversidad y fundamentos de las algas: del micro al macro

Competencia

Identificar la diversidad y rasgos diagnósticos de las algas y su distinción frente a cianobacterias, mediante observación micro y macroscópica, revisión de caracteres pigmentarios/estructurales y uso guiado de claves, para diferenciar linajes y contextos de estudio, con rigor científico, curiosidad y respeto al ambiente.

Contenido

- 1.1. ¿Qué es “alga”? Delimitación y convergencias con cianobacterias
 - 1.1.1. Diferencias celulares y filogenéticas
 - 1.1.2. Productos de reserva, pigmentos, pared celular y aparato flagelar
- 1.2. Endosimbiosis primaria y secundaria; visión filogenómica actual
 - 1.2.1. Archaeplastida y linajes con plastidios secundarios
 - 1.2.2. Implicaciones taxonómicas y de nomenclatura aplicadas
- 1.3. Microalgas: fitoplancton y bentos
 - 1.3.1. Formas, tamaños y adaptaciones
 - 1.3.2. Relevancia ecológica y sanitaria
- 1.4. Macroalgas: verdes, pardas y rojas
 - 1.4.1. Morfotipos del talo y estructuras de fijación
 - 1.4.2. Relevancia ecológica en ambientes marinos y dulceacuícolas
 - 1.4.3. Gradientes ambientales en el litoral y en sistemas dulceacuícolas
- 1.5. Herramientas básicas de identificación y registro
 - 1.5.1. Claves y caracteres morfológicos distintivos entre grupos
 - 1.5.2. Registro estandarizado y etiquetado de especímenes

Duración

10 horas

Unidad II. Ficología ambiental y aplicada

Competencia

Identificar factores fisicoquímicos que influyen en el desarrollo y distribución de las algas, mediante la aplicación de metodologías de muestreo ecológico básico, análisis de datos, estudios de casos, elaboración de cultivos de algas y visitas guiadas a diferentes tipos de hábitats de la región, para interpretar patrones de distribución y problemáticas como floraciones algales nocivas, con responsabilidad social, bioseguridad y trabajo colaborativo.

Contenido

- 2.1. Hábitats y distribución
 - 2.1.1. Litoral rocoso: supra/inter/infralitoral; sustratos y oleaje
 - 2.1.2. Dulceacuícolas: sistemas lóticos y lénticos; perifiton y bentos
- 2.2. Factores de control y cambio
 - 2.2.1. Luz, temperatura, nutrientes, hidrodinámica y sustrato
 - 2.2.2. Interacciones bióticas: competencia y herbivoría
- 2.3. Monitoreo y análisis básico de datos
 - 2.3.1. Estrategias de muestreo y conteo (cámara de recuento/alternativas)
 - 2.3.2. Indicadores pigmentarios introductorios y su interpretación
 - 2.3.3. Organización y visualización básica de datos (tablas y gráficos)
- 2.4. Casos aplicados
 - 2.4.1. Floraciones algales nocivas: causas, riesgos y comunicación pública
 - 2.4.2. Bioindicación con algas y criterios de calidad del agua
- 2.5. Documentación y ética del muestreo
 - 2.5.1. Georreferenciación, permisos y buenas prácticas
 - 2.5.2. Bioseguridad BSL-1 en laboratorio

Duración

10 horas

Unidad III. Briofitas: Morfología, ciclos y ecología

Competencia

Identificar musgos, hepáticas y antocerotes, mediante caracteres morfoanatómicos, ciclos de vida y uso de claves taxonómicas, para explicar su ecología y uso como bioindicadores, con precisión, conciencia socio ambiental, responsabilidad y trabajo colaborativo.

Contenido

- 3.1. Panorama de Bryophyta, Marchantiophyta y Anthocerotophyta
 - 3.1.1. Rasgos diagnósticos por grupo
 - 3.1.2. Alternancia de generaciones: gametofito/esporofito y esporopolenina
- 3.2. Morfoanatomía aplicada a la identificación
 - 3.2.1. Estructuras foliosas, cápsulas y peristomios (musgos)
 - 3.2.2. Talos y lóbulos (hepáticas); talos y meristemos (antocerotes)
- 3.3. Ecología y servicios ecosistémicos
 - 3.3.1. Retención hídrica, suelos y microhábitats
 - 3.3.2. Bioindicación de humedad y calidad del aire
- 3.4. Técnicas de colecta, curaduría y mini-herbario
 - 3.4.1. Colecta responsable y etiquetado
 - 3.4.2. Secado, montaje y estándares de documentación

Duración

8 horas

Unidad IV. Transición agua–tierra e integración: de carofíceas a embriófitas

Competencia

Emplear evidencias morfológicas y moleculares actuales, mediante el análisis comparado, revisión bibliográfica y casos de estudio, para explicar la transición de algas carofíceas a embriófitas y su relevancia para la conservación con rigor científico, ética profesional y conciencia ambiental.

Contenido

- 4.1. Carofíceas y parentesco con embriófitas
 - 4.1.1. Rasgos compartidos clave y su interpretación evolutiva
 - 4.1.2. Innovaciones: cutícula, estomas, esporas y tejidos
- 4.2. Tendencias filogenómicas recientes
 - 4.2.1. Árboles de consenso y cambios de clasificación relevantes
 - 4.2.2. Implicaciones para enseñanza e identificación aplicada
- 4.3. Integración con problemáticas actuales
 - 4.3.1. Cambio climático: rangos de distribución y eventos extremos

Duración

4 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Diversidad y fundamentos de las algas: del micro al macro

Práctica 1: Características generales de las algas y las cianobacterias

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes respecto al manejo, cuidado del microscopio y uso del material preservado y vivo.
2. Identifica diferentes niveles de organización celular de las algas y las cianobacterias.
3. Observa muestras permanentes de microalgas y de cianobacterias en el microscopio.
4. Realiza cortes longitudinales y transversales del tejido de algas.
5. Observa los diferentes tipos de células que componen el tejido de las macroalgas en el microscopio.
6. Identifica estructuras funcionales y reproductivas mediante ejemplares preservados, vivos y herbario de microalgas, macroalgas y cianobacterias con ayuda del microscopio estereoscópico.
7. Compara la morfología general de las microalgas, macroalgas y las cianobacterias.
8. Elabora una tabla de los resultados de la comparación morfológica entre microalgas, macroalgas y cianobacterias.

9. Realiza esquemas de cada observación y anota los nombres de las estructuras identificadas.
10. Elabora un reporte integrado de los esquemas y tablas, que incluya discusión reflexiva de los datos obtenidos y conclusión.
11. Entrega reporte integral final y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio
- Material preservado
- Manual de laboratorio
- Estuche de disección
- Preparaciones permanentes
- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Cajas Petri
- Contenedores para residuos biológicos
- Ilustraciones de algas y cianobacterias

Práctica 2: Nivel de organización celular: Tipos de Talos

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes sobre el manual para cada sección e identifica el tipo de talo en cada ejemplar asignado.
2. Realiza esquemas que representen las características generales de cada tipo de talo (unicelular, filamentosa, parenquimatosa, heterótrico, sifonaceo, pseudoparenquimatoso).
3. Realiza cortes longitudinales y transversales para identificar el arreglo de las células que apoyan la identificación del tipo de talo.
4. Elabora una tabla con los resultados y observaciones que incluya las características de cada tipo de talo que observaste.
5. Elabora un reporte integrado de los esquemas y tablas, que incluya discusión reflexiva de los datos obtenidos y conclusión.
6. Entrega reporte integral final y recibe retroalimentación docente.

Práctica 3: Pigmentos en algas

Duración

6 horas

Procedimiento primera sesión

1. Atiende instrucciones docentes para el tratamiento de las muestras biológicas para la extracción de pigmentos.
2. Limpia con agua de la llave el material biológico para retirar materia orgánica.

3. Pesa en la balanza analítica 1 g de alga.
4. Corta en pequeños trozos el alga para macerar el tejido.
5. Agrega solución de etanol-acetona para macerar la muestra.
6. Pasa la muestra macerada a un tubo cubierto con papel aluminio y deja 24 horas en reposo para una completa extracción de pigmentos
7. Remueve el residuo algal por centrifugación o decantación de la muestra.
8. Corta tiras el papel para cromatografía para separar los pigmentos
9. Aplica una gota de pigmento sobre el papel a 2.5 cm del extremo del papel
10. Repite el proceso 30 veces para concentrar la muestra de pigmentos
11. Vierte en un vaso precipitado o tubo de ensayo la mezcla de metanol-agua.
12. Coloca la tira de papel sobre el vaso. La mancha del pigmento debe quedar a 1,2 cm arriba de la solución.
13. Deja reposar la muestra alrededor de 5 min
14. Observa el patrón de colores, el β -caroteno aparecerá de color amarillo cromado como una banda angosta. Las xantofilas aparecerán con un verde-amarilloso. La clorofila "a" es de verdeazulado y la clorofila "b" se separa con un color amarillo verdoso.
15. Toma una fotografía de la tira de papel con los diferentes pigmentos.
16. Marca con un lápiz las áreas de los pigmentos encontrados (algunos se desaparecen conforme se seca), y la orilla del solvente que viajó primero (el punto más lejano que subió la solución desde la marca inicial).
17. Mide las distancias de cada pigmento y calcula los tiempos de retención con los datos obtenidos.
18. Elabora una tabla comparativa con los datos obtenidos de los tiempos de retención para identificar los diferentes grupos de algas.

Procedimiento segunda sección

19. Atiende instrucciones docentes sobre el uso del sistema de filtración.
20. Arma el sistema de filtración y conecta al sistema de vacío.
21. Coloca en el embudo Büchner un papel filtro y agrega agua para que se pegue el papel.
22. Toma 15 ml de la muestra de un cultivo de microalgas y adiciona al embudo Büchner y enciende el sistema de filtración.
23. Filtra la muestra y deja que se seque un poco el filtro.
24. Retira el filtro y colócalo en un tubo de ensayo con tapa cubierto con papel aluminio para evitar la degradación de la muestra.
25. Repite el procedimiento 3 veces.
26. Agrega 10 ml de la mezcla de acetona al 90% a cada tubo y congela la muestra por 24 h para que se liberen por completo los pigmentos.
27. Saca del congelador la muestra y deja a temperatura ambiente.
28. Lee en el espectrofotómetro cada muestra a diferentes longitudes de onda (480, 510, 630, 647, 664, 750 nm) para determinar la cantidad de pigmentos.
29. Corrige las absorbancias obtenidas por una turbidez en el blanco, resta el valor de la absorbancia obtenida en 750 nm de las lecturas hechas antes 664, 647 y 630 nm.
30. Las absorbancias obtenidas en 510 nm deberán corregirse sustrayendo 2x la absorbancia obtenida en 750 nm, y la absorbancia obtenida en 480 nm es corregida sustrayendo 3x la absorbancia obtenida en 750 nm).

31. Utiliza los valores corregidos para calcular las clorofilas (mg clorofila /m³) de las muestras usando las fórmulas proporcionadas por el docente.
32. Gráfica los resultados de la concentración de las clorofilas y carotenoides (mg clorofila /m³).
33. Elabora un reporte integrado con las tablas y gráficas obtenidas de la primera y segunda sección, que incluya discusión reflexiva de los datos obtenidos y conclusión.
34. Entrega reporte integral final y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Material biológico: Ejemplares de microalgas y macroalgas (Clorofitas, Feofita, Rodofita)
- Equipo de disección
- Mortero
- Embudo de cristal
- Tubos de ensayo con tapa
- Papel aluminio
- Pinzas
- Solución de Acetona al 90%
- Solución Etanol- Acetona 20/80%
- Solución de metanol - agua destilada 30/70%
- Papel Cromatográfico
- Vasos precipitados
- Tubos capilares
- Tubos de ensayo con tapa
- Matraz Kitasato
- Embudo Buhner
- Pipetas graduadas
- Centrífuga
- Papel filtro Whatman No 1
- Gradilla metálica
- Varillas de vidrio
- Balanza analítica
- Regla
- Espectrofotómetro
- Piseta de agua destilada

Práctica 4: Microalgas

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes sobre las principales estructuras para la identificación de las microalgas.
2. Observa muestras fijas de diatomeas, clorofíceas y dinoflagelados.
3. Colecta muestras de agua de mar para identificar diatomeas centrales y penales, dinoflagelados y clorofíceas.
4. Toma una gota de la muestra de agua que colectaste y observa al microscopio compuesto.
5. Identifica 3 especies de cada grupo con el apoyo de guías de identificación.
6. Elabora esquemas de cada especie que identificaste.
7. Asigna nombres de las partes estructurales que reconoces de las diatomeas como frustulas, estrias, rafe, forma de la valva para las diatomeas.
8. Asigna nombres de las partes estructurales que reconoces de los dinoflagelados como epicono, hipocono, flagelos longitudinal y transversal, espinas, si los dinoflagelados son tecados o atecado.
9. Asigna nombres de las partes estructurales que reconoces de las clorofíceas como cloroplastos, pirenoide, espinas, cenobios y flagelos.
10. Elabora un reporte integrado de los esquemas y sus nombres, que incluya discusión reflexiva de los datos obtenidos y conclusión.
11. Entrega reporte integral final y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio compuesto
- Muestras fijas
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Especímenes conservados en formol
- Pipetas Pasteur
- Aceite de inmersión
- Papel de seda
- Cajas Petri
- Claves taxonómicas
- Piseta de agua destilada

Práctica 5: Estructuras e identificación de algas marinas

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes sobre las estructuras principales de las algas.
2. Identifica 10 especies proporcionadas por el docente con el apoyo de guías de identificación de estructuras.
3. Realiza observaciones en el microscopio estereoscópico.

4. Elabora dibujos de cada una de las partes que conforman cada tipo de estructura (estructura de fijación, láminas, venación o genículas) para clorofíceas.
5. Elabora dibujos de cada una de las partes que conforman cada tipo de estructura (estructura de fijación, estipe, láminas, filoides, neumatocisto, venación y genículas) para algas pardas.
6. Elabora dibujos de cada una de las partes que conforman cada tipo de estructura (estructura de fijación, estipe, láminas, venación) para algas rojas
7. Asigna nombres de las partes estructurales de las macroalgas.
8. Elabora un reporte integrado de los esquemas y sus nombres, que incluya discusión reflexiva de los datos obtenidos y conclusión.
9. Entrega reporte integral final y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio estereoscópico
- Estuche de disección
- Especímenes conservados en formol
- Especímenes herborizados
- Cajas Petri
- Estuche de disección
- Piseta de agua destilada
- Claves taxonómicas

Unidad II. Ficología ambiental y aplicada

Práctica 6: Cultivos de Fitoplancton

Duración

6 horas

Procedimiento Primera sección

1. Atiende instrucciones docentes sobre el conteo de microalgas.
2. Toma un volumen del cultivo madre proporcionado por el docente, mezcla bien y toma 1 ml y colócalo en un tubo de ensayo y agrégale una gota de lugol.
3. Cubre el tubo de ensayo con papel parafilm y agita para homogenizar. También puedes burbujear con la misma pipeta para homogeneizar la muestra.
4. Coloca el cubreobjetos sobre el hematocitómetro.
5. Toma una muestra con la pipeta Pasteur y descarta la primera gota ya que ésta tiene menos células.
6. Coloca una gota en la ranura en forma de “V” de la cámara, formando un ángulo de 45° con respecto a la horizontal.
7. Espera de 3-5 minutos para que las células se asienten.
8. Atiende las siguientes instrucciones docentes: Antes de iniciar el conteo decide si las células que quedan sobre la línea se tomarán en cuenta o no, y si las células en división se tomarán como una célula o dos. Una vez tomada la decisión cuenta siempre de la misma forma.

9. Coloca la cámara de conteo sobre la platina del microscopio compuesto y enfoca en el objetivo 10X.
10. Revisa si las células están homogéneamente distribuidas sobre la cámara. Si hay burbujas de aire, exceso o falta de muestra o una distribución heterogénea, repite los pasos anteriores a partir del montaje de la muestra sobre la cámara.
11. Realiza conteos que contengan menos de 30 células por gradilla, en este caso es recomendable hacer diluciones del cultivo.
12. Para células mayores a 6 μm y de cultivos poco densos, el conteo debe hacerse en los cuadros grandes de la cámara de conteo.
13. Realiza los cálculos de la densidad de células/ml de cultivo.
14. Anota los resultados obtenidos en una tabla.

Procedimiento Segunda sección

15. Lava el material de cristal (matraces y pipetas graduadas).
16. Envuelve el material en papel (pipetas graduadas) para su posterior esterilización.
17. Adiciona agua destilada o agua de mar a los matraces.
18. Elabora tapones con gasa y algodón y coloca los tapones en los matraces Erlenmeyer.
19. Esteriliza el material (pipetas y matraces) en la autoclave por 15 min.
20. Deja enfriar la autoclave y que baje la temperatura y la presión para poder abrir la autoclave y sacar el material.
21. Coloca los nutrientes para preparar el medio de cultivo
22. Inocula el matraz con una alícuota del cultivo madre.
23. Mide los parámetros temperatura y pH.
24. Realiza un conteo inicial, ese conteo será el día inicial.
25. Realiza conteos cada dos días con el apoyo de la cámara de conteo y un microscopio compuesto.
26. Gráfica los datos obtenidos de la concentración celular y realiza una curva de crecimiento.
27. Calcula la tasa de crecimiento y el tiempo de duplicación de los cultivos y elabora una tabla con los resultados obtenidos.
28. Elabora un reporte integrado de los conteos, las tablas y los gráficos, que incluya discusión reflexiva de los datos obtenidos y conclusión.
29. Entrega reporte integral final y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Cámara Neubauer
- Pipeta de alcohol
- Tijeras
- Gasa
- Hilo
- Papel aluminio
- Autoclave
- Microscopio compuesto
- Cultivo madre de microalgas
- Pipetas Pasteur

- Tubos de ensayo
- Gradilla de metal
- Contador
- Lugol
- Pipetas automáticas y puntas
- Pipetas automáticas
- Matraz Erlenmeyer
- Medio de cultivo
- Termómetro
- Potenciómetro o tiras de pH

Práctica 7: Preservación de algas (herborización)

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes sobre la preservación de algas.
2. Colecta una alga marina o dulce acuícola.
3. Lava el alga con agua destilada para quitar materia orgánica ajena a la muestra.
4. Acomoda el alga dentro de una charola que contenga agua de mar o agua destilada según sea el origen del alga.
5. Sumerge una cartulina por debajo del alga y posteriormente se acomoda el ejemplar con el fin de que las características propias de cada espécimen queden visibles (no encimadas).
6. Levanta la cartulina colocando una mano por abajo y en la parte central de ésta para permitir que escurra el exceso de agua y vuelve a acomodar el ejemplar con la ayuda de pinzas o agujas de disección.
7. Coloca una hoja de papel encerado por encima del ejemplar para evitar que se adhiera al papel secante (periódico), se coloca un juego de 5 hojas de papel periódico por encima del papel encerado y otras cinco por debajo de la cartulina que porta el alga.
8. Coloca el paquete entre dos cartones para garantizar que no se maltrate el material y ajusta con una cuerda para posteriormente deshidratar la muestra en un secador de algas o cambiando el papel secante dos veces al día durante los primeros tres días y al cuarto se realiza una sola vez el cambio de papel.
9. Considera que el tiempo de secado es variable dependiendo de la muestra.
10. Pasa material biológico seco y el alga seca a otra cartulina, pega con Resistol o cinta adhesiva.
11. Coloca la ficha de identificación del alga, la ficha debe contener el sitio de muestreo, el nombre de la especie, el nombre del colector y el tipo de sustrato donde se recolectó.
12. Entrega el material herborizado al docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Charola
- Estuche de disección

- Cartulina (tipo Carolina)
- Algas marinas colectadas
- Papel Toalla
- Papel cera
- Recipiente (Frasco) de plástico grande c/ tapa
- Magitel
- Papel periódico
- Prensa o dos tablas de la misma medida de la cartulina más una cuerda o cinta
- Cartón corrugado
- Cuerda para amarrar las tablas o el cartón
- Pegamento o cinta adhesiva

Unidad III. Briofitas: Morfología, ciclos y ecología

Práctica 8: Colecta y preservación de Briofitas

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes sobre las principales técnicas de colecta de las briofitas
2. Elabora sobres de papel para la preservación de las briofitas, sigue las instrucciones del docente para la elaboración de los sobres.
3. Realiza una búsqueda de briofitos dentro de la universidad y anota en la libreta de campo los datos generales del área de muestreo como localidad incluyendo coordenadas geográficas, colindancias, fecha, hora de colecta, altitud, presencia o ausencia de cuerpos de agua (tipos) y tipo de vegetación)
4. Anota en la libreta de campo los datos de los ejemplares recolectados como tipo de sustrato, forma de crecimiento, color del ejemplar y estructuras reproductoras evidentes.
5. Observa la distribución de los ejemplares y anota en la libreta de campo si la Abundancia relativa es: RARA (un solo manchón pequeño), COMÚN (de 2 a 5 manchones de pequeños a medianos) y ABUNDANTE (más de 5 manchones de medianos a muy grandes).
6. Colecta un pequeño manchón (3 cm 2 aproximadamente), de especies diferentes. Los ejemplares deben de tener las estructuras reproductoras.
7. Toma una pequeña muestra si los ejemplares son raros y toma una foto.
8. Coloca una etiqueta a cada ejemplar colectado. La etiqueta debe contener la localidad, número de colecta y el nombre del colector.
9. Coloca cada ejemplar colectado en bolsas de papel de estraza o sobres confeccionados con papel bond de reúso.
10. Regresa al laboratorio y coloca los sobres abiertos en un área ventilada, cambiando los sobres cuantas veces sea necesario hasta que las muestras se sequen (no deben secarse directo al sol, ya que esto deteriora el material). Recuerda colocar los datos de la pestaña en cada nuevo sobre que utilices, mientras se secan los ejemplares.

11. Almacena una parte de los ejemplares colectados y la otra parte realiza preparaciones fijas.
12. Previo al montaje de los ejemplares es necesario que rotules los portaobjetos que se van a ocupar con los datos de colecta ya mencionados anteriormente.
13. Usa el microscopio estereoscópico, para colocar en un portaobjetos un ejemplar de hepática o musgo o anterocete con un sólo gametóforo.
14. Agrega varias gotas solución de Hoyer, con la aguja de disección mantén separados los ejemplares y coloca el cubreobjetos.
15. Espera hasta que el material endurezca.
16. Entrega el material preservado al docente para su revisión y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Libreta de campo
- Lápiz
- Etiquetas de colgar
- Papel periódico o bolsas de papel encerado o estraza
- Cuchillo de campo, navaja o espátula
- Microscopio estereoscópico
- Caja de Petri
- Portaobjetos
- Miel con fenol
- Cubreobjetos de 24 x 50 mm
- Esmalte transparente
- Pinzas y agujas de disección
- Marcador permanente punta fina
- Material biológico: Ejemplares frescos de antocerotes, hepáticas y musgos

Práctica 9: Las Briofitas

Duración

9 horas

Procedimiento primera sección

1. Atiende instrucciones docentes sobre los principales rasgos a reconocer de los musgos.
2. Examina bajo el microscopio compuesto preparaciones fijas.
3. Reconoce las estructuras y características principales de los musgos.
4. Observa la fase gametofítica del musgo y compara con la de una hepática y un anteroceto.
5. Realiza cortes longitudinales de gametangios de un musgo (anteridios).
6. Realiza cortes longitudinales de gametangios de un musgo (arquegonios).
7. Realiza un corte longitudinal de una cápsula de un musgo.
8. Elabora esquemas con los nombres de las diferentes estructuras observadas.

9. Identificar estructuras como filidio, seta, la presencia o ausencia de caliptra, caulidio y los rizoide en muestras frescas, si el ejemplar presenta caliptra, desprenderla con ayuda de una pinza y observa al microscopio estereoscópico la presencia o ausencia de apófisis y el opérculo en el ápice.
10. Desprende con ayuda de las pinzas el opérculo y observa al microscopio estereoscópico la presencia o ausencia de los dientes del peristomio y del epifragma.
11. Toma una cápsula completa, colócala sobre un portaobjetos y realiza un corte longitudinal.
12. Observa al microscopio estereoscópico la columela, el tejido esporógeno y la presencia o ausencia de los dientes del peristomio.
13. Usa las pinzas y toma unas esporas de la preparación anterior y coloca sobre un portaobjetos con una gota de agua.
14. Observa la muestra en el microscopio compuesto y describe la coloración y sus características.
15. Anota las características observadas y guarda la información para la entrega del reporte integrado.

Procedimiento segunda sección

16. Atiende instrucciones docentes sobre los principales rasgos a reconocer de las hepáticas.
17. Examina bajo el microscopio compuesto preparaciones fijas.
18. Reconoce las estructuras y características principales de las hepáticas.
19. Observa la muestra en el microscopio compuesto y describe la coloración y sus características.
20. Realiza esquemas poniendo atención al patrón de ramificaciones.
21. Realiza un corte transversal del arqueonio y un corte del anteridio.
22. Anota las características observadas y guarda la información para la entrega del reporte integrado.

Procedimiento tercera sección

23. Atiende instrucciones docentes sobre los principales rasgos a reconocer de las antocerotes
24. Examina bajo el microscopio compuesto preparaciones fijas.
25. Reconoce las estructuras y características principales de los antocerotes.
26. Realiza esquemas poniendo atención a la cápsula.
27. Realiza una tabla comparativa de cada grupo de Briofitas.
28. Elabora un reporte integrado de los esquemas y tablas realizados que incluya discusión reflexiva de los datos obtenidos y conclusión.
29. Entrega reporte integral final y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Muestras preservadas del género: Marchantia, Antoceros y Musgos
- Estuche de disección

- Caja de Petri
- Pizeta con agua destilada
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Piceta de agua destilada

Unidad III. Transición agua–tierra e integración: de carofíceas a embriófitas

Práctica 10: Morfología de Charophyta

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes sobre los principales rasgos de las Charofitas.
2. Observa preparaciones fijas de Charofitas utilizando un microscopio óptico.
3. Esquematiza la estructura general del alga.
4. Reconoce el tipo de talo y sus estructuras como nudos, entrenudos, ápice, pleuridios y ramas verticiladas.
5. Reconoce los gametangios y las núculas en las preparaciones.
6. Realiza esquemas detallados de los gametangios, la bráctea y las núculas.
7. Examina las células de las carofitas para observar las características que las diferencian de otras algas verdes.
8. Elabora un reporte integrado de los esquemas realizados que incluya discusión reflexiva de los datos obtenidos y conclusión.
9. Entrega reporte integral final y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio estereoscópico
- Microscopio compuesto
- Muestras fijas de carofitas
- Estuche de disección
- Cajas Petri.
- Piceta de agua destilada.
- Portaobjetos y cubreobjetos

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Práctica 1: Técnicas de muestreo

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones docentes sobre las técnicas de muestreo.

2. Realiza el muestreo en un sitio que presente una zona de intermareal
3. Observa la vegetación circundante y anota tus observaciones en tu cuaderno de campo.
4. Anota en tu cuaderno las coordenadas del sitio de muestreo, la temperatura ambiente y la nubosidad.
5. Traza una línea de muestreo cada 5 hasta los 50 m
6. Mide en cada sitio de muestreo los parámetros ambientales del agua como son temperatura, pH, salinidad, oxígeno.
7. Coloca en cada sitio de muestreo un cuadrante para cuantificar el número de organismos por especie.
8. Mide la distancia de cobertura de cada especie de alga.
9. Recolecta algas manualmente desde la zona intermareal a la submareal en diferentes sustratos.
10. Colecta diferentes tipos de sustrato para buscar perifiton.
11. Preserva las muestras biológicas en frío.
12. Toma una muestra de agua para análisis cualitativo de fitoplancton.
13. Colecta un representante de cada macroalga que encuentres en el muestreo para su posterior identificación.
14. Colecta una macroalga para que realices tu práctica de herborización.
15. Obtén las muestras para perifiton a través de un raspado sobre las superficies de los diferentes sustratos que se recolectaron.
16. Coloca ficha de identificación para cada muestra, esta debe contener el número de colecta y este número corresponderá a una colecta específica de un lugar y una fecha específica.
17. Calcula la abundancia, la riqueza y el índice de diversidad de especies con los datos obtenidos de los conteos de organismos para cada especie de alga en cada cuadrante.
18. Elabora una tabla con los datos obtenidos de abundancia, riqueza y el índice de diversidad.
19. Elabora un reporte integrado de los esquemas y tablas realizados que incluya discusión reflexiva de los datos obtenidos y conclusión.
20. Entrega reporte integral final y recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Termómetro
- Tiras de pH
- Refractómetro
- Oxímetro
- Cuadrantes
- Cinta métrica
- Espátula
- Guantes de pescador
- Balde de plástico con tapa
- Etiquetas de colgar
- Bolsas de plástico auto adheribles
- Masking-tape
- Libreta campo, GPS y microscopio compuesto

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en proyectos

Estrategia de aprendizaje

- Desarrollo de prácticas de laboratorio con entrega de reporte.
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Desarrollo de un trabajo experimental relacionado con el temario.
- Trabajo colaborativo en las salidas de campo

XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales.....	50%
- Prácticas de laboratorio	10%
- Proyecto Integrador	40%
<i>Total</i>	100%

XII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Goffinet, B., & Shaw, A. J. (2009). *Bryophyte biology* (2nd ed.). Cambridge University Press. [clásica]
- Goffinet, B., & Shaw, A. J. (2024). *Bryophyte biology* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Gobler, C. J. (2020). Climate change and harmful algal blooms: Insights and perspectives. *Harmful Algae*, 91, 101731. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2019.101731>
- Hurd, C. L., Harrison, P. J., Bischof, K., & Lobban, C. S. (2022). *Seaweed ecology and physiology* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Wehr, J. D., Sheath, R. G., & Kociolek, J. P. (Eds.). (2022). *Freshwater algae of North America: Ecology and classification* (3rd ed.). Academic Press (Elsevier).

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Bryophyte Portal. (2025). *The Bryophyte Portal (Symbiota)*. <https://bryophyteportal.org/portal/>
- CONABIO. (2025). *Enciclovida*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://enciclovida.mx>
- Diatoms of North America. (2025). *An online resource for the identification and ecology of diatoms*. <https://diatoms.org>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). *Seaweeds and microalgae: A review for food and feed*. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb8824en>
- GBIF.org. (2025). *GBIF occurrence data and taxonomic backbone*. Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org>
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2025). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>
- World Flora Online. (2025). *World Flora Online portal*. <http://www.worldfloraonline.org>

XIII. PERFIL DOCENTE

Contar con Licenciatura en Biología, Oceanología o área afín, o bien con Maestría o Doctorado en Botánica, Ficología, Microbiología, Ecología o Biotecnología Vegetal. Poseer experiencia docente a nivel superior, así como formación práctica en técnicas de laboratorio y manejo de microscopía óptica. Mostrar rigor científico, responsabilidad profesional y ética, y favorecer el aprendizaje práctico, el pensamiento analítico y el trabajo experimental del estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ecología I
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Alejandra Ramos González Julio Lorda Solórzano Angélica Colín Martínez Alfredo Francisco Yanez Montalvo
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proporcionar fundamentos de la ecología de poblaciones y destacar su importancia dentro de la disciplina para comprender la organización, estructura y dinámica de las poblaciones, así como las implicaciones del impacto humano sobre ellas.

El estudiantado adquiere conocimientos básicos, desarrolla habilidades analíticas y asume actitudes de responsabilidad ética, ecológica y social que facilitan la interpretación de los procesos poblacionales y la valoración de su relevancia en la conservación de la biodiversidad. Esta unidad forma parte de la etapa básica de formación, tiene carácter obligatorio y constituye un requisito esencial para avanzar en el análisis de sistemas ecológicos de mayor complejidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar las poblaciones a partir de fundamentos y modelos ecológicos, considerando factores bióticos, abióticos y antropogénicos, para explicar su estructura, dinámica y tendencias, y generar bases científicas que contribuyan a la conservación de la biodiversidad, con responsabilidad ambiental, integridad científica y conciencia ecológica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Material de divulgación (a elegir entre infografía digital, video corto, cápsula de podcast, artículo de divulgación).

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos de la ecología y de las poblaciones

Competencia

Distinguir los fundamentos de la ecología y de las poblaciones mediante el estudio de su historia, niveles de organización, principios básicos, aplicaciones y consideraciones éticas, para reconocer su valor en el análisis ecológico y la conservación con respeto por la vida, conciencia ecológica y responsabilidad ambiental.

Contenido

- 1.1. Fundamentos e historia de la ecología
- 1.2. Niveles de organización ecológica
- 1.3. Principios básicos de la ecología de poblaciones
- 1.4. Aplicaciones de la ecología de poblaciones
- 1.5. Ética y cuidado de las poblaciones

Duración

6 horas

Unidad II. Factores y características de las poblaciones

Competencia

Analizar las características de las poblaciones a partir del estudio de su hábitat, nicho ecológico, factores bióticos y abióticos, parámetros demográficos y patrones de distribución, para interpretar su dinámica y estructura, con respeto por la vida, conciencia ecológica y responsabilidad ambiental.

Contenido

- 2.1. Hábitat y nicho ecológico
- 2.2. Factores bióticos y abióticos que influyen en las poblaciones
- 2.3. Tamaño, abundancia y densidad poblacional
- 2.4. Patrones de distribución espacial
- 2.5. Curvas de sobrevivencia
- 2.6. Estructura por edades y sexos

Duración

10 horas

Unidad III. Dinámica y regulación de las poblaciones

Competencia

Analizar los procesos ecológicos que determinan la dinámica y regulación de las poblaciones, mediante el estudio de modelos de crecimiento, factores de regulación, estrategias de vida, su estructura espacial y criterios de rareza, para interpretar sus patrones de cambio y aportar bases científicas para la conservación de la biodiversidad, con responsabilidad ambiental y conciencia ecológica.

Contenido

- 3.1. Modelos de crecimiento poblacional
- 3.2. Reguladores poblacionales
- 3.3. Estrategias de vida
- 3.4. Estructura espacial: subpoblaciones y metapoblaciones
- 3.5. Criterios de rareza poblacional

Duración

8 horas

Unidad IV. Impacto humano en la ecología de poblaciones

Competencia

Analizar cómo el impacto humano influye en las poblaciones, considerando factores antropogénicos, especies invasoras, ambientes urbanos, interacciones entre animales y personas, y el cambio climático, para comprender sus consecuencias ecológicas con responsabilidad ética, social y ambiental.

Contenido

- 4.1 Impactos antropogénicos sobre poblaciones
- 4.2 Especies invasoras y poblaciones
- 4.3 Poblaciones en ambientes urbanos
- 4.4 Interacciones entre poblaciones animales y humanas
- 4.5 Cambio climático y poblaciones

Duración

8 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos de la ecología y de las poblaciones

Práctica 1: Análisis de casos de ética en la ecología de poblaciones

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Revisa el material proporcionado por la o el docente
2. Identifica problemas éticos vinculados al estudio de poblaciones de fauna y flora silvestres
3. En equipos, selecciona un caso y analiza sus implicaciones éticas
4. Propón alternativas o recomendaciones con base en una reflexión ética
5. Elabora un producto grupal (ensayo corto, cartel, mapa conceptual o infografía) que sintetice el análisis y las propuestas
6. Expón el producto y participa en la discusión colectiva

Recursos de apoyo

- Material seleccionado por la o el docente
- Computadora y proyector
- Hojas, plumones o software de presentaciones/diseño
- Internet

Unidad II. Factores y características de las poblaciones

Práctica 2: Identificación de factores abióticos y bióticos

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Revisa la selección de artículos sobre factores bióticos y abióticos que afectan a poblaciones de animales silvestres proporcionada por la o el docente
2. Elige uno de los artículos de la selección y léelo con atención
3. Identifica los factores bióticos o abióticos estudiados
4. Determina la pregunta o hipótesis del artículo
5. Explica la importancia o justificación del estudio
6. Resume los métodos empleados por los autores
7. Describe los principales resultados obtenidos
8. Relaciona los resultados con los factores bióticos o abióticos estudiados (por ejemplo: “conforme aumentó la precipitación, incrementó la densidad de helechos”)

9. Expone oralmente al grupo las respuestas y conclusiones

Recursos de apoyo

- Selección de artículos sobre factores bióticos y abióticos que afectan a poblaciones de animales silvestres
- Computadora con acceso a internet

Práctica 3: Investigación sobre pérdida de hábitat

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Entra a Google Scholar y localiza un artículo reciente (menos de 3 años de antigüedad) sobre un organismo afectado por pérdida de hábitat
2. Verifica la calidad de la revista del artículo en SCImago Journal & Country Rank (SJR), identificando su cuartil (Q1–Q4)
3. Identifica el organismo de estudio y describe el tipo de pérdida de hábitat y sus causas.
4. Explica el objetivo o justificación del estudio seleccionado
5. Resume los métodos y técnicas de muestreo utilizados
6. Describe los principales resultados reportados en el artículo
7. Explica las conclusiones de los autores respecto al futuro de la especie o población
8. Elabora una presentación en PowerPoint (10 minutos) con la síntesis del análisis
9. Expón la presentación ante el grupo.

Recursos de apoyo

- Google Scholar (búsqueda de artículos)
- SCImago Journal & Country Rank (SJR)
- Computadora con internet y proyector
- PowerPoint u otro software de presentaciones

Práctica 4: Estimación del tamaño y densidad poblacional con simulación virtual

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Lee el protocolo de la práctica
2. Observa el video tutorial Simulación Virtual Lab
3. Abre el simulador Virtual Biology Lab y selecciona valores para los parámetros Tamaño del Estanque (TE), Tamaño de la Población (TP) y Tamaño de la Red (TR)
4. Realiza capturas siguiendo las indicaciones hasta obtener un valor confiable de X1; si no ocurre, efectúa 10 capturas consecutivas

5. Registra en Excel los valores de X1, X2 y R junto con los parámetros TE, TP y TR
6. Realiza 10 simulaciones distintas variando las combinaciones de parámetros
7. Calcula el tamaño estimado y la densidad poblacional en cada simulación y registra los resultados en Excel
8. Elabora en equipo un reporte de laboratorio que incluya:
 - Comparación entre el tamaño real y el estimado de la población
 - Influencia de TE, TP y TR en la precisión de la estimación
 - Situaciones en las que el simulador es más preciso
 - Propuestas para aplicar el método a una población real

Recursos de apoyo

- Protocolo de la práctica
- Video tutorial *Simulación Virtual Lab*
- Simulador Virtual Biology Lab
- Computadora con acceso a internet
- Excel u otro software de hojas de cálculo

Práctica 5: Estimación poblacional con el método de captura y recaptura

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Lee el protocolo de la práctica
2. Selecciona el área de estudio y los sitios de muestreo
3. Coloca trampas en los sitios de muestreo y captura individuos de la población.
4. Marca los organismos capturados con un método seguro que permita reconocerlos en la recaptura
5. Toma medidas morfológicas de los individuos capturados
6. Libera nuevamente a los organismos en el mismo sitio donde fueron capturados
7. Registra en la bitácora el número de individuos capturados, medidos y marcados
8. Regresa al área de muestreo en la fecha indicada y realiza una segunda captura en los mismos sitios
9. Cuenta cuántos individuos recapturados están marcados y cuántos no
10. Registra todos los datos en una tabla (capturados, marcados, recapturados y medidas)
11. Calcula el tamaño poblacional estimado aplicando la fórmula de captura–recaptura
12. Realiza una prueba ANOVA para comparar medidas entre los diferentes grupos
13. Realiza un mapa en QGIS del área de estudio señalando los sitios de muestreo
14. Elabora en equipo un reporte de laboratorio

Recursos de apoyo

- Protocolo de la práctica
- Trampas para captura

- Guantes de protección
- Recipientes de transporte (tubos Falcon, cubetas, etc.)
- Marcadores seguros (esmalte para uñas)
- Regla o calibrador para medidas morfológicas
- Bitácora de campo
- Computadora con acceso a internet
- Excel u otro software de hojas de cálculo
- Software estadístico (R, Jamovi, QGIS, u otro) para análisis ANOVA y mapa

Práctica 6: Modelado de factores bióticos y abióticos que afectan la distribución espacial del cóndor de California

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Lee el protocolo de la práctica
2. Observa el video tutorial
3. Abre en R la base de datos de los cóndores
4. Prepara las variables: identificación del cóndor, sexo, edad, estación (primavera, verano, otoño, invierno), número de carroñas suplementadas por día y presencia/ausencia (1 = detectado, 0 = no detectado)
5. Crea un modelo mixto generalizado (GLMM binomial) para explicar la presencia del cóndor con base en estación, alimento, sexo y edad, incluyendo el identificador como efecto aleatorio
6. Genera visualizaciones que muestren cómo los factores significativos influyen en la distribución espacial de los cóndores
7. Elabora en equipo un reporte de laboratorio

Recursos de apoyo

- Video tutorial
- Computadora con R y RStudio instalados
- Base de datos
- Artículos de referencia

Unidad IV. Impacto humano en la ecología de poblaciones

Práctica 7: Divulgación sobre impactos humanos en poblaciones silvestres

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Busca un artículo científico reciente (menos de 3 años de antigüedad) que analice impactos humanos en poblaciones de fauna o flora silvestres
2. Verifica la calidad de la revista en SCImago Journal Rank (SJR)
3. Lee el artículo y determina el tipo de impacto humano que afecta a la población
4. Resume en tus notas la población estudiada, el impacto detectado, los principales resultados y las posibles estrategias para reducir el impacto discuten
5. Diseña un producto de divulgación (infografía o video breve) para redes sociales en el que expliques de forma clara y atractiva:
 - El impacto humano detectado
 - La importancia de esa población
 - Una o más estrategias para reducir el impacto o fomentar la conservación
6. Publica el producto en una red social de tu elección (usando hashtag acordado con la docente) o entrégalo como archivo digital listo para publicación
7. Expón tu producto al grupo y explica las decisiones que tomaste para comunicar el tema al público general

Recursos de apoyo

- Acceso a Google Scholar y SCImago Journal Rank (SJR)
- Computadora con internet y proyector
- Software de diseño (Canva, PowerPoint, Illustrator, etc.) o editor de video
- Artículos científicos seleccionados por cada estudiante
- Redes sociales

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad II: Factores y características de las poblaciones

Práctica 1: Métodos de captura y ecología de poblaciones de artrópodos

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Lee el protocolo de la práctica de campo y atiende indicaciones de los docentes
2. Integra un grupo de trabajo conformado por tres a cinco integrantes
3. Formula una pregunta científica clara y concisa sobre poblaciones de artrópodos que pueda resolverse con datos obtenidos en un periodo de 24 horas
4. Diseña el mini-proyecto de investigación definiendo:
Sitios de muestreo
Hipótesis y variables a evaluar
Técnicas de recolección de datos
5. Utiliza el material disponible (trampas pitfall, redes entomológicas, aspirador de motor, trampas de colores, u otros) para capturar insectos
6. Registra variables ambientales con apoyo del app Windy u otros instrumentos
7. Una vez registrados los datos necesarios (identificación, conteo, medición, etc.), libera a los organismos en el mismo sitio donde fueron capturados
8. Realiza la recolección de datos de campo de acuerdo con el diseño establecido por el grupo, cuidando la seguridad personal y el respeto a la vida silvestre
9. Revisa las trampas con frecuencia y retíralas al finalizar el muestreo para evitar la mortalidad accidental de los insectos u otros organismos
10. Aplica una prueba estadística adecuada para interpretar los resultados de acuerdo con la hipótesis planteada
11. Elabora en equipo un reporte de práctica de campo

Recursos de apoyo

Equipo personal del estudiante:

- Ropa adecuada para campo (pantalones largos, botas y sombrero/gorra)
- Botiquín personal y medicamentos necesarios
- Libreta de campo, pluma/lápiz
- Agua y alimentos personales
- Linterna y pilas de repuesto

Equipo de campo (provisto por los docentes):

- Trampas pitfall (para insectos caminadores)
- Redes entomológicas (para insectos voladores)
- Aspirador de motor (para insectos pequeños en vegetación)

- Trampas de colores (para insectos polinizadores)

Herramientas digitales:

- Celular con la aplicación Windy para registrar variables ambientales (temperatura, humedad, nubosidad)
- Software de análisis estadístico (ej. Jamovi, R)
- Editor de texto para elaborar el reporte

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

Seleccione las estrategias correspondientes al proceso de enseñanza-aprendizaje, puede agregar o quitar

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Mapas mentales
- Infografías

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	40%
- Prácticas de taller	40%
- Material de divulgación	20%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Cronan, C. S. (2023). *Ecology and ecosystems analysis*. Springer Nature Switzerland.
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-45259-8>

Molles, M. C., Jr. (2006). *Ecología: conceptos y aplicaciones* (3ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Suzuki-Ohno, Y. (Ed.). (2024). *Community science in ecology: Case studies of public participation in ecological research in Japan*. Springer Nature Singapore.
<https://doi.org/10.1007/978-981-97-0304-3>

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Fisher, M. R. (2018). *Environmental biology*. Open Oregon Educational Resources. [clásica]
<https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/environmental-biology>

Frontiers Research Topics. (2021). *Ecology and behaviour of free-ranging animals studied by advanced data-logging and tracking techniques*. Frontiers Media SA.
<https://www.frontiersin.org/research-topics/6484/ecology-and-behaviour-of-free-ranging-animals-studied-by-advanced-data-logging-and-tracking-techniques>

Singer, F. D. (2024). *Ecology in Action* (2nd ed.). Cambridge University Press.

Sher, A., & Molles, M. (2021). *Ecology: Concepts and applications* (9th ed.). McGraw Hill.

Relyea, R. (2025). *Ecology: The economy of nature* (10th ed.). Macmillan Learning.

Wang, Y., Wang, W., & Yang, B. (Eds.). (2023). *The impact of social and ecological factors on coupled human–environment systems*. MDPI. <https://mdpi.com/books/pdfview/book/734>

XIV. PERFIL DOCENTE

Formación de posgrado (maestría o doctorado preferentemente) en Ciencias Biológicas, Ambientales o afines, experiencia en investigación, monitoreo y conservación de vida silvestre. Deberá integrar principios de ecología mediante enfoques inter y transdisciplinarios, para guiar al estudiantado en el análisis de las relaciones bióticas y su respuesta a las perturbaciones ambientales y antropogénicas, con compromiso ético y responsabilidad ambiental.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Genética Molecular
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Laboratorio: 03 Horas Extra-clase: 02 Créditos:09
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Biología Sintética
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Carlos Alberto Flores López Manuel Alejandro Carballo Amador Julio Enrique Valencia Suárez Angélica Colín Martínez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Genética Molecular es fundamental en la formación del estudiantado de Biología, ya que integra los principios de la herencia con los mecanismos moleculares que regulan la organización, expresión y variación del genoma. Su importancia radica en que permite comprender los procesos que sustentan la transmisión y regulación de la información genética, con un enfoque científico, analítico y ético. Esta unidad, ubicada en la etapa disciplinaria de formación y de carácter obligatorio dentro del área de Biología Sintética, fortalece las competencias necesarias para el análisis y la experimentación en genética y biología molecular.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los principios moleculares de la herencia y la regulación génica, mediante el estudio de la organización, expresión y modificación del material genético en diferentes organismos, por medio del uso de herramientas teóricas y experimentales de la biología molecular, con pensamiento crítico, rigor científico y responsabilidad ética profesional.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Entrega de bitácoras de laboratorio debidamente llenadas, con la información necesaria para poder replicar los protocolos realizados durante las sesiones de laboratorio. Reporte final de los ejercicios y problemas realizados durante las sesiones de taller.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia e innovación.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. El Flujo de la información genética

Competencia

Analizar los mecanismos moleculares de la replicación, transcripción y traducción, para fundamentar cómo la información contenida en el ADN dirige la síntesis de proteínas y las funciones celulares, a partir de la integración de los mecanismos moleculares involucrados en el flujo de la información genética, con pensamiento lógico y estructurado.

Contenido

- 1.1. Replicación del ADN: Mecanismo semiconservativo y maquinaria enzimática.
- 1.2. Transcripción: Síntesis de ARN.
- 1.3. Procesamiento del ARN en eucariotas.
- 1.4. El Código Genético y la Traducción.
- 1.5. Introducción a la Regulación de la Expresión Génica.

Duración

6 horas

Unidad II. Genética de la Transmisión

Competencia

Analizar los principios de la herencia mendeliana y cromosómica, mediante la resolución de problemas genéticos y el uso de modelos de transmisión, para comprender los mecanismos que determinan la herencia de los caracteres biológicos con pensamiento lógico, crítico y ético.

Contenido

- 2.1. Leyes de la herencia mendeliana
- 2.2. Teoría cromosómica de la herencia
- 2.3. Mitosis y meiosis: comportamiento cromosómico y su relación con la herencia
- 2.4. Ligamiento génico, recombinación y mapeo cromosómico
- 2.5. Interacciones génicas (epistasis, pleiotropia)
- 2.6. Determinación del sexo y herencia ligada al sexo

Duración

6 horas

Unidad III. Organización del Genoma y Epigenética

Competencia

Examinar la estructura, organización y empaquetamiento del ADN en procariotas y eucariotas, así como los mecanismos epigenéticos que regulan la expresión génica, por medio del uso de fundamentos teóricos y experimentales para interpretar cómo la estructura del genoma influye en la función celular, con pensamiento analítico y rigor científico.

Contenido

- 3.1. Estructura de los genomas en procariotas y eucariotas
- 3.2. Empaquetamiento del ADN eucariótico: nucleosomas y cromatina
- 3.3. Epigenética: mecanismos que modifican la expresión sin alterar la secuencia del ADN
- 3.4. Metilación del ADN
- 3.5. Modificaciones de histonas e impronta genómica

Duración

8 horas

Unidad IV. Regulación de la Expresión Génica

Competencia

Analizar los mecanismos de regulación génica en procariotas y eucariotas, mediante la identificación de los niveles de control transcripcional y post-transcripcional, para comprender cómo se modula la expresión de los genes en distintos contextos biológicos, con pensamiento crítico y precisión experimental.

Contenido

- 4.1. Regulación en procariotas: modelo del operón
- 4.2. Regulación transcripcional en eucariotas
 - 4.2.1. Factores de transcripción, enhancers y silenciadores
 - 4.2.2. Remodelación de la cromatina
- 4.3. Regulación post-transcripcional: splicing alternativo y ARNs no codificantes (miARN, lncARN).

Duración

4 horas

Unidad V. Mutación, Reparación y Tecnologías del ADN

Competencia

Examinar los procesos de mutación y reparación del ADN, así como las herramientas fundamentales de la biología molecular, mediante el diseño y análisis de experimentos con técnicas como PCR, clonación y edición génica, para interpretar la relación entre alteraciones genéticas y su impacto biológico con responsabilidad ética y precisión científica.

Contenido

- 5.1. Mutaciones génicas y cromosómicas: tipos y causas
- 5.2. Mecanismos de reparación del ADN
- 5.3. Herramientas fundamentales de la biología molecular
 - 5.3.1. Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)
 - 5.3.2. Tecnología del ADN recombinante: enzimas de restricción y clonación
 - 5.3.3. Edición génica: sistema CRISPR-Cas9 y consideraciones éticas

Duración

8 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. El Flujo de la información genética

Taller 1: Mutaciones en la replicación del ADN

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Revisa un conjunto de mutaciones puntuales o delecciones en genes como dnaA, helicasa, primasa, ADN polimerasa III y ligasa.
3. Para cada mutación, discute en equipo su impacto esperado en la fase de iniciación, elongación o terminación de la replicación.
4. Clasifica las mutaciones como: letales, hipomórficas, condicionales o silenciosas.
5. Diseña un experimento hipotético (sin pasos sensibles) para comprobar el fenotipo replicativo.
6. Presenta una conclusión de por qué ciertas mutaciones alteran la fidelidad, tasa de replicación o estructura del ADN.

Recursos de apoyo

- Diagramas de horquillas de replicación
- Fichas de mutaciones
- Tabla de enzimas replicativas y funciones

Taller 2: Interpretación de perfiles de transcripción

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Analiza perfiles simulados de RNA-seq donde se observan genes sobreexpresados o reprimidos.
3. Deduce si el defecto está en: promotor, TATA box, factores de transcripción, terminador o ARN polimerasa.
4. Resuelve ejercicios donde se pide identificar la mutación más probable.
5. Propone qué experimento confirmaría la hipótesis (RT-PCR, Northern blot, reporter genes).
6. Presenta un resumen de conclusiones.

Recursos de apoyo

- Gráficas de expresión simuladas
- Tabla de elementos del promotor
- Ejemplos de genes de referencia

Taller 3: Mutaciones en el código genético y alteraciones de la traducción

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Resuelve ejercicios con mutaciones que producen *frameshifts*, *nonsense*, *readthrough*, codones alterados o pérdida del codón de inicio.
3. Predice el tamaño y composición del polipéptido resultante.
4. Identifica si la mutación activa mecanismos como *nonsense-mediated decay*.
5. Compara los efectos de mutaciones en diferentes posiciones del gen.
6. Discute implicaciones fisiológicas.

Recursos de apoyo

- Tabla del código genético
- Secuencias de ADN con mutaciones simuladas

Unidad II. Genética de la Transmisión

Taller 4: Cruces dihíbridos complejos y epistasis

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Resuelve problemas que incluyan epistasis recesiva, dominante, duplicada y complementaria.
3. Construye los cuadros de Punnett correspondientes.
4. Infiere los genotipos parentales y los valores esperados en F2.
5. Deduce si los fenotipos encajan en un modelo mendeliano o no.
6. Propone un cruce confirmatorio.

Recursos de apoyo

- Fichas de problemas
- Cuadros de Punnett
- Tabla de tipos de epistasis

Taller 5: Análisis avanzado de pedigrí

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Resuelve pedigríes con patrones complicados: penetrancia reducida, expresividad variable, mosaicos o alelos letales.
3. Identifica el modo de herencia considerando excepciones mendelianas.
4. Calcula riesgos genéticos para familiares específicos.
5. Compara con pedigríes con herencia mitocondrial o ligada al X.
6. Redacta conclusiones.

Recursos de apoyo

- Pedigríes impresos
- Tabla de modos de herencia
- Ejercicios de probabilidad condicional

Taller 6: Mapeo génico mediante recombinación

Duración

2 horas

Procedimiento

- Resuelve conteos de progenie recombinante y triple crossover.
- Calcula distancias génicas entre tres loci.
- Determina orden de genes.
- Calcula interferencia y coeficiente de coincidencia.
- Construye el mapa cromosómico final.

Recursos de apoyo

- Datos de crías simuladas
- Plantillas de mapas

Taller 7: Herencia ligada al sexo y determinación del sexo

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Resuelve problemas de herencia ligada al X y al Y.
3. Analiza proporciones sesgadas de sexos en progenies.
4. Deduce qué mutaciones generan infertilidad masculina o femenina.
5. Evalúa casos donde ocurren translocaciones entre X-Y.
6. Compara resultados entre equipos.

Recursos de apoyo

- Fichas de problemas
- Tabla de regiones pseudoautosómicas

Unidad III. Organización del Genoma y Epigenética

Taller 8: Análisis de estructura genómica

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Analiza mapas genómicos con exones, intrones, UTRs, pseudogenes y elementos repetitivos.
3. Compara regiones procariotas vs eucariotas.
4. Infiere la función probable de los elementos anotados.
5. Resuelve problemas donde se pida predecir la expresión de ciertos genes.
6. Discute la relación entre organización y evolución del genoma.

Recursos de apoyo

- Mapas genómicos anotados
- Descripciones de elementos repetidos

Taller 9: Compactación de cromatina y accesibilidad

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Analiza resultados de ensayos de accesibilidad (DNase-seq simulada).
3. Deduce si la región está abierta o compactada.
4. Relaciona la accesibilidad con niveles de transcripción.
5. Resuelve ejercicios donde mutaciones en remodeladores alteran regiones específicas.
6. Propone un experimento para evaluar un locus concreto.

Recursos de apoyo

- Gráficas de accesibilidad
- Tablas de remodeladores cromatínicos

Taller 10: Análisis de metilación del ADN

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Revisa perfiles de metilación (hipermetilación, hipometilación).
3. Identifica islas CpG activas o reprimidas.
4. Predice la expresión de genes cercanos.
5. Resuelve problemas donde se manipula la metilación de ciertos promotores.
6. Plantea un modelo epigenético del locus.

Recursos de apoyo

- Diagramas CpG simplificados
- Mapas de metilación

Taller 11: Modificaciones de histonas y estados funcionales

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Interpreta combinaciones de modificaciones: H3K4me3, H3K27ac, H3K9me3, etc.
3. Deduce si un gen está activo, reprimido o en estado “poised”.
4. Resuelve casos de conflictos como marcas contradictorias.
5. Compara perfiles entre tipos celulares.

6. Propone cómo cambiarían las marcas ante un estímulo celular.

Recursos de apoyo

- Diagramas de perfiles ChIP-seq simplificados
- Tabla de funciones de marcas de histonas

Unidad IV. Regulación de la Expresión Génica

Taller 12: Mutaciones en operones procariotas

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Resuelve ejercicios donde mutaciones afectan represor, operador, promotor o genes estructurales del operón lac o trp.
3. Predice la expresión bajo distintas condiciones (presencia o ausencia de lactosa/ triptófano).
4. Compara efectos de mutaciones múltiples simultáneas.
5. Construye una tabla de predicción para todos los escenarios.
6. Concluye qué regiones son más críticas.

Recursos de apoyo

- Modelos del operón lac y trp
- Tabla de condiciones (+/- lactosa; +/- triptófano)

Taller 13: Regulación eucariota: enhancers y splicing alternativo

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Resuelve problemas sobre mutaciones en enhancers, silencers y factores de transcripción.
3. Interpreta cómo cambian las isoformas generadas por splicing alternativo.
4. Compara perfiles entre dos tejidos distintos.
5. Diseña un experimento conceptual con genes reporteros.
6. Discute cómo el entorno epigenético influye en la regulación.

Recursos de apoyo

- Diagramas de splicing
- Ejemplos de enhancers y silencers

Unidad V. Mutación, Reparación y Tecnologías del ADN

Taller 14: Análisis funcional de mutaciones

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Resuelve ejercicios con mutaciones missense, nonsense y frameshift en secuencias reales simplificadas.
3. Identifica dominios proteicos afectados.
4. Predice pérdida o ganancia de función.
5. Relaciona mutaciones con fenotipos clínicos (casos simplificados).
6. Compara mutaciones en regiones reguladoras vs codificantes.

Recursos de apoyo

- Secuencias de genes anotados
- Tabla del código genético y dominios proteicos

Taller 15: Mecanismos de reparación del ADN

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Resuelve ejercicios donde se identifica el tipo de daño (UV, oxidativo, doble cadena).
3. Asigna el mecanismo correcto: NER, BER, HR, NHEJ.
4. Infiere qué proteínas participarían en la reparación.
5. Explica fallas de reparación en mutantes.
6. Compara mecanismos en células procariotas y eucariotas.

Recursos de apoyo

- Esquemas de reparación
- Casos de daño simulados

Taller 16: Diseño conceptual de PCR, clonación y CRISPR

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Resuelve problemas donde se requiere diseñar una estrategia experimental.

3. Propone diseño de primers (teórico).
4. Dibuja un vector con inserto (conceptual).
5. Plantea cómo CRISPR puede corregir una mutación dada.
6. Expone la lógica experimental al grupo.

Recursos de apoyo

- Mapas vectoriales simplificados
- Ejemplos de guías CRISPR (sin pasos experimentales)
- Plantillas para diseño conceptual

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: El Flujo de la información genética

Práctica 1: Preparación de medios, colecta y manejo de *Drosophila melanogaster*

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales de su docente sobre bioseguridad y propósito del laboratorio.
2. Revisa los ingredientes necesarios para preparar el medio estándar de *Drosophila* (agar, maicena/harina de maíz, azúcar, levadura, propionato de calcio o nipagin).
3. Pesa los ingredientes de acuerdo con la receta proporcionada por su docente
4. Mezcla los ingredientes secos en un matraz de vidrio resistente al calor.
5. Agrega agua caliente poco a poco hasta disolver completamente.
6. Lleva la mezcla al punto de ebullición mientras agitas constantemente para evitar grumos.
7. Retira del calor y deja enfriar a aproximadamente 60 °C.
8. Añade el preservante (propionato de calcio o nipagin al 10%) para evitar el crecimiento de hongos.
9. Vierte el medio en frascos o viales de cultivo (aprox. 1/3 de su capacidad).
10. Deja solidificar y etiqueta con fecha y tipo de medio.

Recursos de apoyo

- Receta estándar de medio para *Drosophila*
- Ingredientes para preparación de medio
- Frascos de cultivo y tapas
- Matraz de vidrio
- Balanza

Práctica 2: Recolecta de *Drosophila silvestre*

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Escucha las instrucciones de su docente sobre protocolos éticos y lugares permitidos para colecta.
2. Ensambla una trampa sencilla para moscas usando un frasco con tapa perforada y un cebo (plátano maduro, vinagre de manzana, o mezcla de fruta fermentada).
3. Coloca las trampas en árboles frutales, áreas con materia orgánica en descomposición o sitios sombreados donde frecuentan drosófilas.
4. Revisa la trampa cada 24 horas para observar si ya hay moscas en la trampa.

5. Cubre la abertura con una malla o tapa para evitar que escapen durante el traslado.
6. Lleva las trampas al laboratorio y transfiere las moscas a viales limpios usando un embudo y ligeros golpes en el frasco para dirigirlas hacia la salida.
7. Etiqueta los viales con la localidad de colecta, fecha y tipo de cebo utilizado.

Recursos de apoyo

- Botellas de plástico
- Tijeras
- 1 manzana o plátano por equipo

Práctica 3: Manejo de *Drosophila*: anestesia y sexado

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación de su docente sobre los cuidados para evitar daños a las moscas durante su manejo.
2. Prepara un algodón o papel filtro en un frasco pequeño y añade dos microlitros de cloroformo dentro del recipiente anaestésico (o utiliza una cámara de CO₂ si está disponible).
3. Introduce suavemente las moscas en la cámara de anestesia y espera entre 10 y 20 segundos, verificando que queden inmóviles sin signos de deshidratación o estrés excesivo.
4. Vuelca las moscas anestesiadas sobre una placa o superficie fría bajo un estereomicroscopio.
5. Observa las características sexuales:

Machos: abdomen más oscuro y redondeado, presencia de peine sexual en el primer par de patas.

Hembras: abdomen más claro y puntiagudo, ausencia de peine sexual.
6. Separa machos y hembras usando un pincel fino o herramienta de cerdas suaves.
7. Transfiere los grupos sexados a nuevos viales con medio fresco, evitando manipularlas más de lo necesario mientras permanecen anestesiadas.
8. Registra número de machos y hembras y cualquier variación notable.
9. Limpia y organiza el material utilizado siguiendo las indicaciones de su docente.

Recursos de apoyo

- Estereoscopio
- Bitácora
- Pinceles de cerdas suaves
- Frascos con medio de cultivo

Unidad II: Genética de la Transmisión

Práctica 4: Observación de Cromosomas Politénicos en Larvas de *Drosophila*

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente.
2. Selecciona larvas de tercer estadio del cultivo.
3. Coloca la larva en una gota de solución salina sobre un portaobjetos.
4. Bajo un estereomicroscopio, realiza el disecado para extraer las glándulas salivales.
5. Transfiere el tejido a una lámina portaobjetos con colorante (proporcionado por su docente).
6. Coloca cubreobjetos y presiona suavemente para extender el tejido.
7. Observa al microscopio óptico las bandas características de los cromosomas politénicos.
8. Identifica puffs, regiones de condensación diferencial y patrones de bandeo.
9. Registra observaciones mediante dibujo o fotografía.

Recursos de apoyo

- Botellas de plástico, cáscaras de naranja o fruta fermentada
- Trampas caseras para colecta de dípteros
- Medio de cultivo MF (ingredientes proporcionados por el docente)
- Frascos pequeños para cultivo
- Estereomicroscopio y microscopio óptico
- Material de disección (agujas de disección, pinzas, portaobjetos y cubreobjetos)
- Solución salina y colorante para observación de cromosomas
- Guantes, etiquetas y marcadores para rotular cultivos

Práctica 5: Preparación de Soluciones para Protocolos de Extracción de ADN

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación inicial de su docente sobre la importancia de las soluciones de trabajo en protocolos de extracción de ADN, así como las funciones generales de cada tipo de reactivo (sales, detergentes, tampones, agentes alcalinos, etc.).
2. Revisa la lista de soluciones que se prepararán durante la práctica y los materiales asignados a su equipo.

Preparación de solución de lisis “casera” (sales + detergente)

3. Identifica los reactivos necesarios para la solución de lisis: cloruro de sodio, bicarbonato de sodio, detergente líquido y agua.

4. Pesa las cantidades correspondientes de NaCl y NaHCO₃ proporcionadas por su docente.
5. Mezcla las sales en agua tibia, agitando hasta lograr su disolución.
6. Añade lentamente el detergente a la mezcla de sales, asegurando una agitación suave para evitar exceso de espuma.
7. Ajusta el volumen final con agua y transfiere la solución a un frasco rotulado.

Preparación de tampón alcalino (NaOH + Tris) para lisis rápida de células bucales

8. Revisa las concentraciones necesarias para preparar NaOH 50 mM y Tris 50 mM (pH 8).
9. Pesa la cantidad correspondiente de NaOH (manejar con precaución).
10. Diluye en agua destilada hasta alcanzar la concentración deseada.
11. Prepara la solución de Tris 50 mM por separado y ajusta el pH según las indicaciones de su docente.
12. Distribuye ambas soluciones en tubos previamente etiquetados para su uso posterior.

Preparación de solución de lisis estándar para tejidos animales

13. Identifica los componentes del tampón: Tris-Cl, EDTA, NaCl y SDS.
14. Mide los volúmenes o masas indicadas por el docente para cada reactivo.
15. Disuelve primero el Tris y el EDTA para formar el tampón base.
16. Incorpora el NaCl y mezcla hasta obtener una solución uniforme.
17. Añade el SDS con precaución, evitando agitación vigorosa.
18. Transfiere la solución final a un frasco con tapa y rotúlalo adecuadamente.

Preparación de solución amortiguadora para protocolos de precipitación con sales

19. Pesa la cantidad de NaCl, NaHCO₃ y detergente líquido según la fórmula proporcionada por el docente.
20. Disuelve las sales en agua destilada utilizando un agitador magnético.
21. Añade el detergente líquido suavemente para evitar formación de burbujas.
22. Ajusta el volumen final según el protocolo.
23. Envasa en un recipiente adecuado y coloca etiqueta con fecha de preparación y sección.

Recursos de apoyo

- Balanza analítica
- Vasos de precipitados, probetas y material volumétrico
- Agitador magnético
- Agua destilada
- Reactivos
- Frascos limpios para almacenamiento
- Etiquetas y marcadores
- Equipo de protección personal (guantes, lentes)

Práctica 6: Extracción de ADN a partir de tejido vegetal

Duración

3 horas

Procedimiento

Preparación del material y sistema de filtrado

1. Atiende las orientaciones iniciales de su docente sobre la función del ADN, fundamentos de extracción por precipitación y medidas de bioseguridad.
2. Pesa aproximadamente 10 g de tomate utilizando la balanza asignada al equipo.
3. Mientras un integrante pesa el tejido, otro arma el sistema de filtrado:
 - Colocar el anillo de hierro en el soporte universal.
 - Asegurar el embudo en el anillo.
 - Insertar papel filtro o filtro para cafetera en el embudo.
 - Ajustar la pinza universal para sostener el tubo Falcon debajo del embudo.

Maceración del tejido y lisis celular

4. Corta el tomate en piezas pequeñas sobre una caja de Petri o tabla de picar.
5. Transfiere los fragmentos al mortero y macerar con el pistilo hasta obtener una pulpa homogénea.
6. Añade 5 mL de solución de lisis previamente preparada (sales y detergente) y continúa homogeneizando.
7. Se asegura de que no queden restos visibles de tejido íntegro antes de continuar.

Filtración y recuperación del extracto

8. Vierte cuidadosamente la mezcla obtenida en el embudo con el filtro.
9. Permite el filtrado por gravedad; dar ligeros golpes al embudo para acelerar el proceso.
10. Una vez obtenido ~2 mL de filtrado, retira y desecha el filtro de forma segura.
11. Transfiere 500 µL del filtrado a un microtubo y rotularlo con:
 - E#C (E = equipo, # = número del equipo, C = filtrado crudo).

Precipitación del ADN con alcohol

12. Centrifuga el tubo a 7,000 rpm por ~2 min.
13. Vierte el sobrenadante en un microtubo nuevo previamente rotulado como E#I (I = inversión).
14. Añade 500 µL de etanol frío al microtubo y mezclar suavemente por inversión.
15. Centrifuga nuevamente a 7,000 rpm por ~2 min.
16. Transfiere el sobrenadante con cuidado a un tercer microtubo rotulado como:
 - E#ADN + fecha.

Secado, resuspensión y medición

17. Centrifuga este último tubo a 14,000 rpm por ~2 min para concentrar el ADN en forma de pellet.

18. Decanta el alcohol con cuidado, evitando desplazar el pellet (visible como un material blanquecino).
19. Coloca el microtubo en un horno a 55 °C para evaporar el alcohol residual.
20. Una vez seco, resuspende el pellet en 50 µL de agua destilada.
21. Si el tiempo lo permite, mide la concentración y pureza del ADN en un espectrofotómetro Nanodrop.
22. Lava y ordena todo el material antes de retirarse.

Recursos de apoyo

- Sistema de filtrado: soporte universal, anillo, pinza universal
- Embudo plástico y papel filtro / filtro de cafetera
- Mortero con pistilo
- Navaja, bisturí o cuchillo; caja Petri o tabla para picar
- Tubos Falcon y microtubos de 1.5 mL
- Micropipeta de 1000 µL y puntillas estériles
- Solución de lisis (NaCl, NaHCO₃, detergente comercial)
- Etanol 96 °C frío
- Agua destilada

Unidad III: Organización del Genoma y Epidegenética

Práctica 7: Extracción de ADN mediante Separación de Fases Orgánicas

Duración

3 horas

Procedimiento

Preparación del material y del tejido

1. Atiende las instrucciones iniciales sobre seguridad, especialmente el manejo de solventes orgánicos y el uso obligatorio de guantes y mascarilla o campana de extracción.
2. Pesar aproximadamente 20 mg de tejido animal (en esta práctica, las *Drosophilas* recolectadas).
3. Colocar el tejido en un microtubo de 1.5 mL identificado con la clave del equipo.

Lisis del tejido y digestión enzimática

4. Añade la cantidad indicada de solución de lisis (Tris-Cl, EDTA, NaCl y SDS).
5. Incorpora Proteinasa K para favorecer la digestión de proteínas.
6. Macera suavemente el tejido con un pistilo estéril hasta obtener una suspensión homogénea.
7. Incuba el tubo entre 16–24 horas a 55 °C (o deja la incubación a cargo de su docente según el tiempo disponible).

Separación de fases con solventes orgánicos

8. Con mascarilla instalada o trabajando bajo campana, añade volumen equivalente de la mezcla fenol:cloroformo:alcohol isoamílico.
9. Mezcla por inversión durante el tiempo indicado para favorecer la separación de componentes celulares.
10. Centrifuga a velocidad máxima para permitir la separación de fases.
11. Observa cuidadosamente el tubo y recupera únicamente la fase acuosa, evitando arrastrar la interfase.
12. Transfiere la fase acuosa a un nuevo microtubo debidamente rotulado.

Precipitación del ADN

13. Mide el volumen recuperado y añade igual volumen de isopropanol frío.
14. Mezcla suavemente y centrifuga a máxima velocidad en centrífuga refrigerada para precipitar el ADN.
15. Verifica la presencia del pellet en el fondo del tubo.

Lavado y resuspensión del ADN

16. Decanta cuidadosamente el isopropanol sin desprender el pellet.
17. Lava el ADN agregando etanol al 70% (preferentemente frío) y centrifugando nuevamente.
18. Retira el etanol y deja secar el pellet a temperatura ambiente por unos minutos.
19. Rehidrata el ADN con agua destilada.
20. Mide concentración y pureza del ADN en nanodrop y registra los valores obtenidos.
21. Compara cualitativa y cuantitativamente los resultados de esta técnica con las extracciones basadas en precipitación con sales.

Recursos de apoyo

- Tejido de *Drosophila*
- Solución de lisis: Tris-Cl, EDTA, NaCl, SDS
- Proteinasa K (si está disponible)
- Fenol:cloroformo:alcohol isoamílico (25:24:1)
- Isopropanol frío
- Etanol al 70%
- Tubos Eppendorf de 1.5 mL
- Pistilos estériles para maceración
- Micropipetas y puntillas estériles (200 y 1000 µL)
- Microcentrífuga refrigerada
- Mascarilla y/o campana de extracción
- Gradillas para microtubos
- Material adicional: charolas, etiquetas, agua destilada
- Espectrofotómetro Nanodrop (si está disponible)

Práctica 8: Extracción Rápida de ADN a partir de Células Bucales

Duración

3 horas

Procedimiento

Preparación inicial y toma de muestra

1. Atiende las instrucciones de su docente sobre bioseguridad y manejo adecuado de muestras humanas (no peligrosas).
2. Enjuaga la boca con agua para eliminar residuos de comida y células sueltas excesivas.
3. Obtiene una muestra celular mediante un hisopo estéril frotando el interior de la mejilla durante 10–15 segundos.
4. Coloca el hisopo dentro de un microtubo de 1.5 mL previamente rotulado.

Lisis celular mediante solución alcalina

5. Añade al microtubo el volumen correspondiente de solución NaOH 50 mM.
6. Agita el hisopo dentro del microtubo durante aproximadamente un minuto hasta que la solución se torne turbia (indicando la liberación de células).
7. Retira el hisopo con cuidado, asegurándose de dejar el extracto celular en el tubo.

Desnaturalización y neutralización

12. Calienta el microtubo en un baño de agua caliente (según las instrucciones de su docente) para favorecer la ruptura de membranas y la liberación del ADN.
13. Una vez concluido el tratamiento térmico, deja que el tubo se enfríe brevemente.
14. Añade el volumen equivalente de solución Tris 50 mM para neutralizar el pH y estabiliza el ADN liberado.
15. Mezcla suavemente la solución por inversión.

Preparación del extracto como plantilla para PCR

16. Transfiere el extracto preparado a un nuevo microtubo para su almacenamiento temporal.
17. Utiliza únicamente un volumen muy pequeño del extracto como plantilla en una reacción de PCR (bajo la instrucción del docente).
18. Conserva el resto de la muestra en refrigeración hasta su uso posterior.

Recursos de apoyo

- Hisopos estériles
- Microtubos de 1.5 mL
- Solución NaOH 50 mM
- Solución Tris 50 mM
- Agua para enjuague oral
- Baño María o sistema de calentamiento autorizado por el docente
- Micropipetas y puntillas estériles
- Área de trabajo limpia y desinfectada

- Equipo de protección personal (guantes, bata, lentes)

Práctica 9: Medición de concentración y pureza de ADN mediante espectrofotometría

Duración

3 horas

Procedimiento

Preparación del equipo y de las muestras

1. Atiende la explicación de su docente sobre el principio de la espectrofotometría y la ley de Beer-Lambert aplicada a ácidos nucleicos.
2. Reúne las muestras de ADN obtenidas en prácticas anteriores (vegetal, animal, fenol/cloroformo, células bucales, etc.), verificando que estén correctamente rotuladas.
3. Enciende la computadora asociada al NanoDrop y abre el software correspondiente.
4. En el menú principal del programa, selecciona el modo de medición para “Nucleic Acids” o equivalente.

Limpieza inicial y verificación del pedestal

5. Levanta el brazo del NanoDrop y limpia cuidadosamente el pedestal (superficie de medición) con un Kimwipe o papel libre de pelusa.
6. Coloca una pequeña alícuota de agua (según indicación del docente) sobre el pedestal para verificar que la gota se distribuya de forma adecuada entre las dos superficies.
7. Cierra el brazo, observa que el equipo responde correctamente y vuelve a levantarlo.
8. Limpia nuevamente el pedestal para eliminar cualquier resto de agua.

Obtención del blanco (blank)

9. Coloca sobre el pedestal el volumen indicado de buffer de elución o solvente en el que está resuspendido el ADN (por ejemplo, agua o TE).
10. Cierra el brazo del NanoDrop y, en el software, hace clic en la opción “Blank” para registrar el blanco.
11. Una vez completado el blanco, levanta el brazo y limpia el pedestal con un Kimwipe.

Medición de las muestras de ADN

12. Mezcla suavemente el tubo de ADN para homogeneizar la solución sin generar burbujas.
13. Coloca el volumen indicado de tu muestra de ADN sobre el pedestal, micropipeteando de forma vertical.
14. Cierra el brazo del NanoDrop y selecciona “Measure” en el software.
15. Registra los valores que se despliegan:
 - Concentración de ADN (ng/μL)
 - Relación 260/280
 - Relación 260/230
16. Espectro de absorbancia (si el equipo lo muestra).

17. Repite el procedimiento para cada muestra de ADN de su equipo, limpiando el pedestal entre muestra y muestra con Kimwipes.

18. Si los valores muestran mucha variación entre mediciones de la misma muestra, realiza al menos una lectura adicional y calcula el promedio.

Interpretación de resultados y comparación entre métodos de extracción

19. Compara los valores de 260/280 con los rangos esperados:

- ADN puro: ~1.7–1.8
- ARN puro: ~1.9–2.0

20. Evalúa la relación 260/230 para identificar posibles contaminantes (fenol, sales, buffers, etc.); valores adecuados suelen estar entre ~2.0–2.2.

21. Identifica qué muestras tienen mejor combinación de alta concentración y buena pureza.

22. En equipo, discute cómo se relaciona la calidad del ADN con:

- El tipo de tejido utilizado
- El método de extracción aplicado
- La posible presencia de contaminantes.

23. Elabora una tabla resumen por equipo con: tipo de muestra, método de extracción, concentración (ng/μL), 260/280, 260/230, e interpretación de la calidad.

Recursos de apoyo

- Espectrofotómetro NanoDrop (o equipo equivalente de microvolumen)
- Computadora con software del NanoDrop instalado
- Muestras de ADN de prácticas previas
- Solvente/buffer de elución del ADN (agua, TE u otro indicado)
- Micropipetas y puntillas estériles adecuadas para el volumen a medir
- Kimwipes o papel libre de pelusa para limpieza del pedestal
- Guantes, bata y lentes de seguridad

Práctica 10: Evaluación de ADN mediante Electroforesis en Gel de Agarosa

Duración

3 horas

Procedimiento

Preparación del gel de agarosa

1. Atiende la explicación inicial de su docente sobre la función del gel como matriz de separación por tamaño molecular.
2. Calcula la cantidad de agarosa necesaria para un gel al 1%, aplicando una regla de tres según el volumen total que se va a preparar.
3. Pesa la agarosa correspondiente en la balanza analítica y mézclala con el volumen apropiado de buffer TAE 1X dentro de un matraz.

4. Calienta la mezcla en el microondas en intervalos cortos, monitoreando continuamente para evitar derrames.
5. Mezcla suavemente la solución caliente y se asegura de que no queden fragmentos de agarosa sin disolver.
6. Deja que la mezcla se enfríe a una temperatura segura (aprox. 50–55 °C).
7. Añade el tinte para gel (según las indicaciones de seguridad de su docente) y mezcla con cuidado.
8. Vierte la mezcla en el molde y coloca la peineta para formar los pozos.
9. Deja que el gel solidifique completamente antes de retirarlo.

Montaje del gel en la cámara de electroforesis

1. Retira la peineta y coloca el gel sobre su base dentro de la cámara.
2. Se asegura de que los pozos queden orientados hacia el cátodo (polo negativo).
3. Llena la cámara con buffer TAE 1X hasta que el gel quede cubierto.

Preparación de muestras y carga en el gel

1. En un pedazo pequeño de parafilm, mezcla cuidadosamente la muestra de ADN con el buffer de carga para aumentar su densidad.
2. Carga los volúmenes indicados en los pozos con extremo cuidado para evitar romperlos o derramar la muestra.
3. Deja un pozo disponible para la escalera de ADN (marcador de tamaño), que colocará su docente.

Corrida electroforética

1. Coloca la tapa de la cámara y conecta los electrodos a la fuente de poder.
2. Enciende la fuente a un voltaje apropiado según las indicaciones de su docente.
3. Verifica la presencia de burbujas en ambos electrodos, lo que indica el flujo de la corriente eléctrica.
4. Permite que la corrida avance hasta que el tinte de carga haya migrado una distancia adecuada a través del gel.

Visualización de resultados y análisis

1. Apaga la fuente de poder y desconecta los cables.
2. Retira cuidadosamente el gel y lo coloca en el fotodocumentador o transiluminador según la disponibilidad del laboratorio.
3. Observa y documenta la separación de las bandas de ADN.
4. Evalúa la integridad y el tamaño del ADN según el patrón observado (ADN intacto, degradado, fragmentado).
5. Registra una imagen del gel y anexa el análisis en la bitácora del equipo.

Recursos de apoyo

- Agarosa en polvo
- Balanza analítica
- Buffer TAE 1X
- Matraz de vidrio

- Microondas
- Guantes para objetos calientes
- Molde y peineta para gel de agarosa
- Cámara de electroforesis
- Fuente de poder
- Micropipeta (1–10 μ L o 2–20 μ L)
- Puntillas estériles
- Muestras de ADN extraído
- Buffer de carga ("loading buffer")
- Tinte para geles (Sybr Safe o bromuro de etidio, según indicación del docente)
- Parafilm
- Transiluminador o fotodocumentador
- Equipo de protección personal (bata, guantes, lentes)

Unidad IV: Regulación de la Expresión Genética

Práctica 11: Genotipificación del Polimorfismo Alu PV92 mediante PCR

Duración

6 horas

Procedimiento

Obtención de muestra y extracción rápida de ADN

1. Atiende la explicación inicial sobre bioseguridad y toma de muestras humanas (no invasiva).
2. Enjuaga la boca con agua para retirar residuos.
3. Frota el interior de la mejilla con un hisopo estéril durante ~10 segundos para obtener células epiteliales.
4. Coloca el hisopo en un microtubo preparado con solución alcalina para lisis celular.
5. Agita el hisopo en la solución hasta observar turbidez (liberación de células).
6. Su docente dirigirá la etapa de calentamiento para liberar el ADN.
7. Neutraliza la solución con el buffer correspondiente para estabilizar el ADN.

Preparación de la reacción de PCR

1. Revisa el diseño de la PCR: primers específicos para el locus Alu PV92.
2. Su docente explicará la mezcla maestra (master mix) que incluirá:
 - a. Buffer de PCR, $MgCl_2$
 - b. dNTPs
 - c. Primers específicos PV92
 - d. ADN polimerasa Taq
 - e. Plantilla de ADN de cada estudiante
3. Pipetea los volúmenes asignados para cada componente en un tubo PCR.
4. Asegúrate de mantener la mezcla fría antes del inicio del ciclo térmico.
5. Coloca los tubos en el termociclador y ejecuta el programa de PCR indicado por su docente.

Electroforesis en gel de agarosa (sesión 2)

1. Prepara un gel de agarosa al porcentaje indicado para separar fragmentos de varios cientos de pares de bases.
2. Mezcla una fracción del producto de PCR con buffer de carga.
3. Carga cuidadosamente las muestras en los pozos del gel, junto con la escalera de tamaño molecular.
4. Ejecuta la corrida electroforética hasta que los fragmentos se separen suficientemente.
5. Visualiza el gel en un fotodocumentador o transiluminador y toma una fotografía del resultado.

Interpretación de resultados

1. Identifica su genotipo según el tamaño del fragmento:
 - /–: bandas correspondientes al fragmento sin inserción (más pequeño).
 - +/–: dos bandas, correspondiente a ambos alelos.
 - +/+ : fragmento más grande debido a la inserción del elemento Alu.
2. Registra su genotipo en la tabla individual asignada.
3. Con apoyo de su docente, integra tus resultados al conjunto de datos de la clase.

Cálculo de frecuencias alélicas y genotípicas

1. En la tabla grupal, suma el número total de estudiantes por genotipo.
2. Calcula las frecuencias alélicas:
 - $p(-)$ = frecuencia del alelo sin inserción
 - $q(+)$ = frecuencia del alelo con inserción
3. Compara las frecuencias observadas con las esperadas bajo equilibrio Hardy–Weinberg.
4. Discute en equipo posibles desviaciones y factores que pueden explicarlas (tamaño de muestra pequeño, no aleatoriedad, errores de laboratorio, etc.).

Recursos de apoyo

- Hisopos estériles para toma de muestra
- Microtubos de 1.5 mL
- Solución alcalina para extracción rápida de ADN
- Buffer Tris de neutralización
- Termociclador (PCR)
- Mezcla maestra (master mix) preparada por el docente
- Primers específicos PV92
- Micropipetas y puntillas estériles
- Tubos PCR
- Agarosa y buffer TAE 1X
- Cámara de electroforesis y fuente de poder
- Buffer de carga
- Escalera de ADN (marcador de peso molecular)

- Transiluminador o fotodocumentador
- Guantes, bata, lentes de seguridad
- Tabla de registro de genotipos y frecuencias

Unidad V: Mutación, Reparación y Tecnologías del ADN

Práctica 12: Evaluación Fenotípica de Mutaciones Puntuales mediante Edición de Secuencias

Duración

3 horas

Procedimiento

Preparación del software y archivo de trabajo

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Descarga e instala uno de los siguientes programas de edición y visualización de secuencias:
 - Seaview: <http://doua.prabi.fr/software/seaview>
 - AliView: <https://ormbunkar.se/aliview/downloads/>
3. Verifica que el programa funcione correctamente en la computadora asignada.
4. Copia la secuencia nucleotídica proporcionada por su docente.

Creación y configuración del alineamiento

5. Abre el programa y selecciona Edit → Load sequence.
6. Pega la secuencia y renombrarla como SILVESTRE en el campo “Seq. Name”.
7. En “Name of the new alignment” escribe Taller 1 Genética celular.
8. En la ventana “Props”, activa la opción Allow sequence editing.
9. Repite los pasos 4–7 para generar una copia adicional de la secuencia y la nombra MUTANTE.
10. Se familiariza con los menús principales del software (File, Edit, Align, etc.).

Visualización y análisis inicial

11. Selecciona ambas secuencias (SILVESTRE y MUTANTE).
12. Activa la vista de proteínas mediante la opción View as proteins.
13. Toma una captura de pantalla de la traducción de ambas secuencias y la guarda para la bitácora.
14. Desactiva View as proteins para volver a la visualización en nucleótidos.

Edición de secuencia y creación de mutaciones

15. Selecciona la secuencia MUTANTE y abre Edit → Edit sequence.
16. Introduce manualmente los distintos tipos de mutaciones puntuales vistos en clase, uno a la vez:

Mutación sinónima

Mutación de cambio de sentido conservadora

Mutación de cambio de sentido no conservadora

Inserción

Delección

17. Después de cada mutación, vuelve a activar View as proteins para observar el efecto en la proteína codificada.

18. Toma capturas de pantalla para cada tipo de mutación.

Recursos de apoyo

- Software de edición de secuencias:
 - Seaview (edición de secuencias, traducción, visualización de proteínas)
 - AliView (alternativa para edición rápida)
- Secuencia proporcionada por el docente
- Computadora con capacidad para ejecutar el software
- Tabla del código genético
- Tabla de familias de aminoácidos
- Diagramas de tipos de mutaciones puntuales
- Bitácora de laboratorio (digital o impresa)

Práctica 12: Construcción de una Base de Secuencias y Diseño de Primers

Duración

3 horas

Procedimiento

Construcción de una Base de Secuencias y Diseño de Primers a partir de Regiones Conservadas

1. Atiende la explicación de su docente sobre la importancia de las regiones conservadas en el diseño de primers.
2. Ingresa a NCBI Nucleotide: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/>
3. Elige un gen o región objetivo proporcionada por su docente (por ejemplo, COI, ITS, 18S, GAPDH, etc.).
4. Filtra resultados por organismo (o grupo taxonómico).
5. Selecciona entre 8 y 15 secuencias representativas que cubran la diversidad del grupo elegido.
6. Descarga cada secuencia en formato FASTA (opción "Send to → File → FASTA").
7. Guarda todas las secuencias en una carpeta de trabajo

Construcción del alineamiento múltiple

8. Abre un programa de alineamiento como MAFFT online, Clustal Omega, Seaview o AliView.

MAFFT online: <https://mafft.cbrc.jp/alignment/software/>

Clustal Omega: <https://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalo/>

9. Carga las secuencias FASTA descargadas.
10. Ejecuta el alineamiento con los parámetros por defecto.
11. Exporta el alineamiento en formato FASTA o CLUSTAL.
12. Visualiza el alineamiento y revisa:

posiciones variables,

inserciones/deleciones,

regiones totalmente conservadas.

13. Marca (visualmente o anotando coordenadas) de 2 a 3 regiones conservadas de al menos 18–25 bp.

Identificación de regiones conservadas para el diseño de primers

14. Ubica dentro del alineamiento ventanas de secuencia con:
 - alta identidad nucleotídica,
 - ausencia de huecos (gaps),
 - composición adecuada para PCR.

15. Registra los intervalos exactos (coordenadas del alineamiento).

Diseño de primers con PRIMER3

16. Abre PRIMER3Web: <https://primer3.ut.ee/>
17. Pega en la ventana de entrada una de las secuencias conservadas seleccionadas.
18. Configura los parámetros básicos:
 - tamaño óptimo del primer (20–22 bp),
 - %GC deseado (40–60%),
 - T_m óptima (≈ 58–62 °C),
 - tamaño del amplicón esperado (200–600 bp sugeridos).
19. Ejecuta el diseño seleccionando “Pick Primers”.
20. Revisa los pares de primers sugeridos:
 - T_m del forward y reverse,
 - %GC,
 - secuencia exacta,
 - posición dentro de la región conservada.
21. Selecciona el mejor par según los criterios discutidos en clase.
22. Repite el diseño con al menos una segunda región conservada para comparar resultados.
23. Guarda la información en un documento tipo tabla, incluyendo:
 - Secuencia del forward primer
 - Secuencia del reverse primer
 - Longitud
 - T_m
 - %GC
 - Posición en el alineamiento
 - Amplicón esperado

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet
- Bases de datos y programas en línea:
- NCBI GenBank: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- MAFFT online: <https://mafft.cbrc.jp/alignment/software/>
- Primer3 Web: <https://primer3.ut.ee/>
- Software alternativo para edición y visualización:
- AliView: <https://ormbunkar.se/aliview/>
- Seaview: <http://doua.prabi.fr/software/seaview>
- Tabla del código genético

Práctica 13: Identificación de Especies mediante Comparación de Secuencias, Alineamientos y Filogenia

Duración

6 horas

Procedimiento

Introducción a la secuencia problema y objetivos

1. Escucha la explicación de su docente sobre el objetivo: identificar la especie de origen de una secuencia desconocida.
2. Recibe una secuencia problema (en formato FASTA) proporcionada por su docente.
3. Guarda la secuencia en el escritorio o carpeta de trabajo del equipo.

Construcción de una base de datos de secuencias usando BLAST

4. Abre BLASTn en NCBI: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>
5. Pega o carga la secuencia problema en la ventana de consulta.
6. Ejecuta la búsqueda con parámetros por defecto.
7. Examina la tabla de resultados:
 - % identidad
 - Cobertura
 - E-value
 - Organismos más cercanos
8. Selecciona entre 10–20 secuencias homólogas relevantes de especies cercanas o dentro del grupo taxonómico sugerido.
9. Descarga cada secuencia en formato FASTA usando “Send to → File → FASTA”.
10. Guarda todo en una carpeta llamada Base_de_datos_filogenia.
11. Verifica que la secuencia problema también esté incluida.

Alineamiento múltiple en Seaview usando MUSCLE

12. Abre Seaview: <http://doua.prabi.fr/software/seaview>
13. Carga todas las secuencias en formato FASTA (incluyendo la secuencia problema).
14. Ejecuta MUSCLE desde el menú de alineamientos.
15. Revisa el alineamiento y observa:
 - A. inserciones/deleciones,
 - B. regiones conservadas,
 - C. regiones muy variables.
16. Realiza recortes conservadores si hay regiones no alineables (según autorización de su docente).
17. Exporta el alineamiento en formato PHYLIP o FASTA (según lo que requiera el programa de filogenia).
18. Guarda el archivo como Alineamiento_Final.fasta.

Construcción de una filogenia de distancia

19. Utiliza Seaview o software equivalente para construir una filogenia basada en distancias.
20. Selecciona el método:
 - Neighbor-Joining (recomendado), o
 - UPGMA (menos recomendado, pero útil para comparación).
21. Configura la opción de bootstrap (al menos 1,000 réplicas).
22. Ejecuta el análisis y espera la generación del árbol.
23. Visualiza el árbol y verifica:
 - clados principales,

- posición de la secuencia problema,
 - valores de soporte bootstrap para cada nodo.
24. Exporta el árbol en formato PDF o imagen (PNG/SVG).

Interpretación del árbol y determinación de la especie

25. Identifica el clado donde se ubica la secuencia problema.
26. Evalúa el valor de soporte bootstrap del nodo que la incluye:
- 90% = soporte fuerte
 - 70–89% = soporte moderado
 - <70% = soporte débil
27. Determina cuál(es) especie(s) aparecen como más cercanas a la secuencia problema.
28. Discute si la secuencia problema corresponde exactamente a una especie, un clado hermano, o si la identificación es incierta.
29. Compara interpretaciones entre equipos para evaluar consistencia de resultados.
30. Redacta una conclusión integrando los tres niveles de análisis:
- evidencia por similitud (BLAST),
 - evidencia por alineamiento,
 - evidencia filogenética.

Recursos de apoyo

Software y plataformas

- NCBI BLAST: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>
- Seaview: <http://doua.prabi.fr/software/seaview> (incluye MUSCLE y construcción de árboles básicos)
- Secuencia problema (FASTA)
- Lista de grupos taxonómicos sugeridos
- Ejemplo de interpretación de árboles filogenéticos
- Guía básica de construcción de árboles de distancia
- Tabla de valores de bootstrap (interpretación)
- Conceptos clave de homología y ortología
- Computadora por estudiante o equipo
- Acceso a internet
- Bitácora digital o impresa para registrar observaciones

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	45%
- Laboratorio	30%
- Bitácora de laboratorio	10%
- Reporte de talleres	15%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Carroll, S. B., & Doebley, J. F. (2020). *Introduction to Genetic Analysis* (12th ed.). W. H. Freeman.

Hartwell, L. H., Goldberg, M. L., Fischer, J., & Hood, L. (2023). *Genetics: From Genes to Genomes* (8th ed.). McGraw-Hill.

Klug, W. S., Cummings, M. R., Spencer, C. A., Palladino, M. A., Killian, D. J., & Baye, L. M. (2022). *Concepts of Genetics* (13th ed.). Pearson.

Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Krieger, M., et al. (2021). *Molecular Cell Biology* (9th ed.). W. H. Freeman.

Pierce, B. A. (2024). *Genetics: A Conceptual Approach* (9th ed.). W. H. Freeman.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>)

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología o áreas afines, preferentemente con formación de posgrado en Genética, Biología Molecular, Genómica o disciplinas relacionadas. Debe contar con experiencia en el análisis e interpretación de datos genéticos y con producción académica que utilice técnicas o métodos de genética molecular. Se solicita al menos dos años de experiencia docente en educación superior en genética o áreas afines. Son cualificaciones deseables el manejo de herramientas de análisis genético, experiencia en técnicas de laboratorio y conocimientos básicos de programación, así como la capacidad de integrar principios teóricos y prácticos, fomentando el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y el rigor científico.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Micología y Líquenes
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Anwar Israel Medina Villarreal Alfredo Francisco Yanez Montalvo Miriam Martínez Chávez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vazquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Facilitar los conocimientos sobre la diversidad, morfología, nutrición, ecología y ciclos de vida de los hongos macromicetos y líquenes, así como su función en el ecosistema y usos humanos. En esta unidad de aprendizaje las y los estudiantes desarrollarán habilidades de observación macroscópica y microscópica, técnicas de muestreo en campo y técnicas de preservación de muestras para fungario, así como uso de claves para identificación morfológica y/o molecular que les permitan caracterizar la funga de un territorio. Se imparte en la etapa básica, es de carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento de Biodiversidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diferenciar los linajes del reino Fungi mediante el análisis de su morfología, fisiología y ciclo de vida para reconocer su importancia en el ecosistema, con rigor científico.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora portafolio de evidencias que incluya reportes en bitácora de laboratorio y campo con esquemas anotados de los especímenes revisados en las prácticas de laboratorio, y una colección de material fúngico herborizado con datos completos de colecta producto de la práctica de campo.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia, Compromiso con la responsabilidad social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción al Reino Fungi

Competencia

Examinar las características biológicas, diversidad y relaciones filogenéticas del Reino Fungi, a través de la revisión de ejemplares frescos o herborizados para reconocer su importancia en los ecosistemas y en la vida humana, con empatía y conciencia del entorno.

Contenido

- 1.1. La micología como ciencia que estudia los hongos
- 1.2. Características de la célula fúngica y del ciclo de vida de los hongos (plasmogamia, cariogamia)
- 1.3. Definición de los conceptos básicos en taxonomía talo, hifa, micelio, cuerpo fructífero, basidio, asca, espora
- 1.4. Relaciones filogenéticas de los linajes fúngicos y su posición filogenética respecto Animalia y Plantae
- 1.6. Las 3 F's de la Conservación: Flora, Fauna y Funga
- 1.7. Usos e impactos de los hongos: gastronomía, enzimas, micosis, medicinal, recreación, etc.

Duración

4 horas

Unidad II. Grupos Taxonómicos Fungoides

Competencia

Analizar las características biológicas, morfológicas y ecológicas de los diferentes Phyla de hongos y organismos similares, mediante la revisión de cultivos y ejemplares de fungario, para comprender su importancia en la naturaleza, con curiosidad y disciplina.

Contenido

- 2.1. Phyla de organismos fungoides
- 2.2. Características biológicas y tipo de nutrición
- 2.3. Ciclo de vida: fase somática (asexual) y reproductiva (sexual)
- 2.4. Diversidad de plasmodios y esporóforos
- 2.5. Ecología y distribución geográfica de los myxomycetes

Duración

2 horas

Unidad III. Chytridiomycetes y Zygomycetes

Competencia

Analizar las características biológicas y morfológicas de los Chytridiomycetes y Zygomycetes, mediante la revisión de ejemplares frescos y de fungario, para comprender su importancia en la naturaleza, con curiosidad y disciplina.

Contenido

- 3.1. Características biológicas y tipo de nutrición de Chytridiomycetes
 - 3.1.1. Ciclo de vida: fase somática (asexual) y reproductiva (sexual)

3.1.2. Talo quitridial, micelio cenocítico y zoosporas

3.1.3. Diversidad y Ecología de Chytridiomycetes

3.2. Características biológicas y tipo de nutrición de Zygomycetes

3.2.1. Ciclo de vida: fase somática (asexual) y reproductiva (sexual)

3.2.2. Micelio cenocítico y zygospora

3.1.3. Diversidad y Ecología de Zygomycetes

Duración

4 horas

Unidad IV. Ascomycetes

Competencia

Analizar las características biológicas y morfológicas de los Ascomycetes, mediante la revisión de ejemplares frescos y de fungario, para comprender su importancia en la naturaleza, con curiosidad y disciplina.

Contenido

4.1. Características biológicas y tipo de nutrición

4.2. Ciclo de vida: fase somática (asexual) y reproductiva (sexual y parasexual)

4.2.1. Micelio primario-secundario, ascoma o ascocarpio, asca, ascospora, conidia, gema, apotecio, peritecio y cleistotecio

4.3. Diversidad

4.3.1. Deuteromycetes: Hyphomycetes

4.3.2. Eumycetes: Hemiascomycetes, Plectomycetes, Pyrenomycetes, Discomycetes

4.4. Ecología y distribución geográfica de Ascomycetes

Duración

6 horas

Unidad V. Basidiomycetes

Competencia

Analizar las características biológicas y morfológicas de los Basidiomycetes, mediante la revisión de ejemplares frescos y de fungario, para comprender su importancia en la naturaleza, con curiosidad y disciplina.

Contenido

5.1. Características biológicas y tipo de nutrición

5.2. Ciclo de vida: fase somática (asexual) y reproductiva (sexual)

- 5.2.1. Micelio primario-secundario-terciario, basidioma o basidiocarpo, basidia, basidiospora, píleo, himenio (lamelas, poros, dientes, gleba), estípite

5.3. Diversidad de Basidiomycetes

- 5.3.1. Heterobasidiomycetes: Uredinales, Ustilaginales y Tremellales

- 5.3.2. Holobasidiomycetes: Hymenomycetes (Agaricales, Aphyllophorales) y Gasteromycetes (Lycoperdales, Tulostomatales, Nidulariales, Phallales, Clavariales)

5.4. Ecología y distribución geográfica de Basidiomycetes

Duración

6 horas

Unidad VI. Líquenes

Competencia

Analizar las características biológicas y morfológicas de los líquenes, mediante la revisión de ejemplares frescos y de fungario, para comprender su importancia en la naturaleza, con curiosidad y disciplina.

Contenido

- 6.1. Características biológicas y tipo de nutrición
- 6.2. Ciclo de vida: fase somática (asexual) y reproductiva (sexual)
 - 6.2.1. Talo liquénico, micobionte, fotobionte, isidio, soledio, apotecio
- 6.3. Diversidad
 - 6.3.1. Ascolíquenes costrosos, foliosos y fruticosos
 - 6.3.2. Basidiolíquenes
- 6.4. Ecología y distribución geográfica de líquenes

Duración

6 horas

Unidad VII. Los hongos y las interacciones con humanos

Competencia

Analizar el papel que juegan los hongos en el ecosistema y en las actividades humanas y sus aplicaciones biotecnológicas reales y potenciales, mediante la observación de cultivos, entre otras, para comprender su impacto en la naturaleza, con curiosidad y disciplina.

Contenido

- 7.1. Los hongos como saprobios

7.1.1. La importancia de los hongos en la degradación de sustratos y sucesión.

7.2. Los hongos y organismos fotosintéticos

7.2.1. Micorrizas

7.2.2. Endófitos

7.2.3 Fitopatógenos

7.3. Interacción de hongos con animales

7.3.1. Hongos parásitos y depredadores de invertebrados

7.3.2 Micosis

7.4 Importancia cultural de los hongos y su impacto en la salud

7.4.1. Micetismos y micotoxinas

7.5. Los hongos en la biotecnología:

7.5.1. Producción de alimentos y bebidas

7.5.2. Metabolitos secundarios de interés médico y farmacéutico

7.5.3. Producción de enzimas industriales

7.5.4. Micología ambiental y biorremediación

Duración

4 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Introducción al Reino Fungi

Práctica 1: Diversidad del Reino Fungi

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa cuerpos fructíferos de ejemplares fúngicos de Myxomycetes, Zygomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes y líquenes proporcionados y elegidos por su docente.
3. Elabora un esquema detallado en su bitácora de cada ejemplar
4. Muestra a su docente los esquemas realizados completos para recibir evaluación

Recursos de apoyo

- Ejemplares fúngicos

- Lápiz
- Bitácora de laboratorio
- Apuntes de clase
- Microscopio estereoscópico

Unidad II: Myxomycetes

Práctica 2: Myxomycetes, los hongos mucilaginosos

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa diversidad cuerpos fructíferos de ejemplares fúngicos de Myxomycetes
3. Elabora un esquema detallado en su bitácora de cada esporóforo: etalio, pseudoetalio, plasmodiocarpo y esporocarpo.
4. Muestra a su docente los esquemas realizados completos para recibir evaluación

Recursos de apoyo

- Ejemplares fúngicos
- Lápiz
- Bitácora de laboratorio
- Apuntes de clase
- Microscopio estereoscópico

Unidad III: Chytridiomycetes y Zygomycetes

Práctica 3: Chytridiomycetes, los hongos acuáticos

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa muestra de agua con hongos chytridiomicetos cultivados en polen de pino, proporcionado por su docente.
3. Elabora un esquema detallado en su bitácora de sus observaciones bajo microscopio compuesto.
4. Muestra a su docente los esquemas realizados completos para recibir evaluación

Recursos de apoyo

- Muestra acuática de cultivo de hongos chytridiomicetos
- Lápiz

- Bitácora de laboratorio
- Apuntes de clase
- Microscopio compuesto
- Portaobjetos, cubreobjetos
- Aceite de inmersión para objetivo de 100x

Práctica 4: Zygomycetes, los hongos mohos

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa ejemplar fúngico de Zygomyceto proporcionado por su docente.
3. Elabora un esquema detallado en su bitácora de sus observaciones bajo microscopio compuesto y estereoscopio.
4. Muestra a su docente los esquemas realizados completos para recibir evaluación y retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Ejemplar de hongo Zygomyceto
- Lápiz
- Bitácora de laboratorio
- Apuntes de clase
- Microscopio estereoscópico y compuesto
- Portaobjetos, cubreobjetos
- Aceite de inmersión para objetivo de 100x
- Estuche de disección

Práctica 5: Ascomycetes, los hongos con ascas

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa ejemplares fúngicos de Ascomycetos proporcionado por su docente, en varias sesiones de dos horas de laboratorio organizados de la siguientes manera:
 - a. Sesión 1: Deuteromycetes
 - b. Sesión 2: Hemiascomycetes
 - c. Sesión 3: Pyrenomycetes
 - d. Sesión 4: Discomycetes

3. Elabora un esquema detallado en su bitácora de sus observaciones bajo microscopio compuesto y estereoscopio.
4. Muestra a su docente los esquemas realizados completos para recibir evaluación

Recursos de apoyo

- Ejemplar de hongo Ascomycetos según cada sesión
- Lápiz
- Bitácora de laboratorio
- Apuntes de clase
- Microscopio estereoscópico y compuesto
- Portaobjetos, cubreobjetos
- Aceite de inmersión para objetivo de 100x
- Estuche de disección
- KOH al 10%

Práctica 6: Basidiomycetes, los hongos con basidias

Duración

8 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa ejemplares fúngicos de Basidiomycetos proporcionado por su docente, en varias sesiones de dos horas de laboratorio organizados de la siguientes manera:
 - a. Sesión 1: Heterobasidiomycetes Uredinales, Ustilaginales y Tremellales
 - b. Sesión 2: Hymenomycetes Agaricales
 - c. Sesión 3: Hymenomycetes Aphyllophorales
 - d. Sesión 4: Gasteromycetes Lycoperdales, Tulostomatales,
 - e. Sesión 5: Gasteromycetes Nidulariales, Phallales, Clavariales
3. Elabora un esquema detallado en su bitácora de sus observaciones bajo microscopio compuesto y estereoscopio.
4. Muestra a su docente los esquemas realizados completos para recibir evaluación

Recursos de apoyo

- Ejemplar de hongo Basidiomycetos según cada sesión
- Lápiz
- Bitácora de laboratorio
- Apuntes de clase
- Microscopio estereoscópico y compuesto
- Portaobjetos, cubreobjetos
- Aceite de inmersión para objetivo de 100x
- Estuche de disección

- KOH al 10%

Práctica 7: Líquenes, los hongos simbióticos

Duración

6 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Observa ejemplares fúngicos de líquenes proporcionado por su docente, en varias sesiones de dos horas de laboratorio organizados de la siguientes manera:
 - a. Sesión 1: Líquenes costrosos
 - b. Sesión 2: Líquenes foliosos
 - c. Sesión 3: Líquenes fruticosos
3. Elabora un esquema detallado en su bitácora de sus observaciones bajo microscopio compuesto y estereoscopio.
4. Muestra a su docente los esquemas realizados completos para recibir evaluación

Recursos de apoyo

- Ejemplares de hongos liquenizados según cada sesión
- Lápiz
- Bitácora de laboratorio
- Apuntes de clase
- Microscopio estereoscópico y compuesto
- Portaobjetos, cubreobjetos
- Aceite de inmersión para objetivo de 100x
- Estuche de disección
- Reactivos para pruebas químicas: KOH al 10%, HCl, Fenilendiamina al 5%

Práctica 8: Crecimiento, nutrición y esporulación.

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Cultiva un hongo proveniente del cepario en dos medios de cultivo diferentes, uno con pocos nutrientes y otro con muchos nutrientes con el objetivo de monitorear y comparar el crecimiento en términos de forma, tamaño y aspecto de la colonia
3. Elabora un cuadro detallado en su bitácora con fechas y observaciones de los cambios observables bajo microscopio compuesto y estereoscopio.
4. Muestra a su docente los esquemas realizados completos para recibir evaluación y retroalimentación.

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad I: Introducción al Reino Fungi

Práctica 1: Explorando la Funga de un territorio

Duración

16 horas

Procedimiento

La práctica de campo tiene dos momentos, uno de exploración y recolecta, y otro post-recolecta para el secado de muestras para fungario. El procedimiento de cada uno se detalla como sigue:

Exploración y recolecta (10 horas)

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica de campo en el área natural elegida por su docente.
2. Obtiene y organiza los materiales solicitados por su docente.
3. Explora el área natural en busca de cuerpos fructíferos de hongos y líquenes
4. Recolecta de ejemplares fúngicos tomando datos de localidad, fotografías y notas de campo.

Post-recolecta (6 horas)

1. Elabora un esquema detallado en su bitácora de sus observaciones bajo microscopio compuesto y estereoscopio.
2. Seca los ejemplares en la secadora de hongos del Fungario.
3. Elabora etiquetas de identificación de cada ejemplar
4. Entrega colección fúngica completa para recibir su evaluación.

Recursos de apoyo

- Bitácora/Diario de campo
- Lápiz o pluma indeleble
- Canasta o caja plástica con separadores
- Navaja o cutter
- Bolsas de papel estraza
- Espejo pequeño
- App Naturalista descargada en su celular
- Cámara fotográfica

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	50%
- Reportes de laboratorio	30%
- Reporte de campo y Colección fúngica	20%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Ayala N, Ochoa C. (1998). *Hongos conocidos de Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California [clásico]
- Alexopoulos CJ, Mims C. (1985). *Introducción a la Micología*. Editorial Omega. [clásico]
- Castillo Tovar J. (1987). *Micología general*. Limusa. [clásico]
- Deacon JW. (2006). *Fungal biology*. Blackwell Publishing. [clásico]

- Gonçalves SC, Haelewaters D, Furci G, Mueller GM. (2021). Include all fungi in biodiversity goals. *Science* 373: 403-403. DOI:10.1126/science.abk1312
- Herrera T, Ulloa M. (1998). *El reino de los hongos*. Fondo de Cultura Económica. [clásico]
- Kavanagh K. (2017). *Fungi: Biology and applications*. Wiley-Blackwell.
- Lim M, Shu Y. (2022). *El futuro es fúngico*. Editorial Blume.
- Lücking R, Spribille T. (2024). *The lives of lichens : a natural history*. Princeton University.
- Mueller GM, Bills GF, Foster MS. (2004). *Biodiversity of fungi : inventory and monitoring methods*. Elsevier. [clásico]
- Petersen JH. (2012). *The kingdom of fungi*. Princeton University Press. [clásico]
- Robert V, Stegehuis G, Stalpers J. (2005). The MycoBank engine and related databases. <https://www.MycoBank.org/>
- Sheldrake M. (2023). *La red oculta de la vida: cómo los hongos dan forma a nuestro mundo*. Editorial Planeta.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- BBC Earth Explore. (2013, 10 octubre). *Fungus Cannon in Super Slow Motion | Slo Mo | BBC Earth Explore* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=T8OAmcUnm4g>
- De Mier, C. (2024, 7 octubre). *Los myxomycetes*. Myxotropic. <https://www.myxotropic.org/los-myxomycetes/>
- Insider Español. (2022, 21 octubre). *Por qué las trufas verdaderas son tan caras | Qué caro* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=46L0QxZjiRc>
- Lee Miller. (2017, 7 agosto). *Chytrid spores popping* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=pvPY2yB9n7c>
- National Geographic. (2024, 12 marzo). *Flora, Fauna, Funga | Documentary | National Geographic Society* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=2DsnWcWeyol>
- National Geographic España. (2019, 3 julio). *El hongo quítrido: una amenaza para los anfibios | National Geographic en Español* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-GAIOPDYp44>
- National Geographic España. (2020, 2 diciembre). *Este hongo parásito controla a los insectos | National Geographic en Español* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8nQlu0bXovs>
- Nature Bites. (2022, 7 febrero). *David Attenborough Encounters a Symbiotic Fungi! | Nature Bites* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=kbIDpHNq_fA
- New Atlantis WILD. (2013, 22 mayo). *Spore Rain (mushrooms reproduction)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Mrphn1zOWaE>
- Schwartzberg, L. (Director). (2019). *Fantastic Fungi* [Película]. U.S.: Mushroom Media, Inc. (<https://www.facebook.com/watch/?v=1423712088114651>)
- SciFri. (2018, 8 noviembre). *For the Love of Lichen* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Z2a5d59mZLI>

UMass Amherst Libraries. (2016, 29 abril). *Rhizopus* [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=bZ9VDUBARhQ>

WoodlandsTV. (2019, 16 julio). *An Introduction to Lichen* [Video]. YouTube.
https://www.youtube.com/watch?v=XQ_ZY57MY64

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, área afín, preferentemente con posgrado de ciencias naturales, o experiencia probada en el área y en docencia mínima de 2 años. Ser una persona responsable, organizada, sistemática y comprometida con el aprendizaje significativo de las y los estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Bioestadística II
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 03 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Básica
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Bioestadística I
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Dalia Marcela Muñoz Pizza Alejandra Ramos González Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscila Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es brindar a las y los biólogos el conocimiento de las principales herramientas del análisis estadístico inferencial para su aplicación en estudios experimentales u observacionales de interés biológico. Cada estudiante adquirirá capacidades analíticas y habilidades para el análisis y la visualización de datos. Corresponde a la etapa básica, con carácter obligatorio, forma parte transversal de las áreas de conocimiento de Biodiversidad; Sistemas Socioecológicos; Biología Molecular; y Biología Experimental y requiere haber cursado y aprobado satisfactoriamente la unidad de aprendizaje de Bioestadística I.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar problemáticas biológicas y ambientales, mediante métodos de estadística inferencial, técnicas de análisis multivariado, principios de modelado estadístico y el uso de paquetes estadísticos de libre acceso, para tomar decisiones basadas en evidencia a partir de datos experimentales y observacionales, con pensamiento crítico, responsabilidad y honestidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que contenga prácticas de taller, ejercicios fuera de clase, presentaciones e informe de investigación donde aplica análisis estadístico inferencial, para ello, cada estudiante deberá: **1)** Hacer una búsqueda de literatura sobre el tema elegido y redactar antecedentes, **2)** Formular una hipótesis y justificar la elección de una prueba estadística usando el árbol de decisión y revisión documental; **3)** Verificar los supuestos **4)** Ejecutar el análisis; y **5)** Redactar una sección de Resultados y Discusión, representar los resultados gráficamente **5)** Integrar las limitaciones y conclusión.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia, Vanguardia e Inclusión.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Inferencia estadística y pruebas que relacionan dos muestras y dos variables

Competencia

Aplicar pruebas estadísticas para dos muestras independientes y dependientes mediante pruebas paramétricas y no paramétricas para analizar la relación entre variables numéricas y categóricas y fundamentar conclusiones válidas y confiables, con actitud responsable y pensamiento crítico.

Contenido

- 1.1. De la incertidumbre visual a la cuantificación del error.
- 1.2. Interpretación del p-valor, nivel de significancia (α) y potencia.
- 1.3. Relación entre una variable numérica y una variable binaria – Ruta paramétrica
 - 1.3.1. Prueba T para medias en muestras independientes
 - 1.3.2. Prueba T para medias en muestras dependientes
- 1.4. Relación entre una variable numérica y una variable binaria – Ruta no paramétrica
 - 1.4.1. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes
 - 1.4.2. Prueba de Wilcoxon para muestras dependientes
- 1.5. Inferencia sobre la relación entre dos variables binarias
- 1.6. Inferencia sobre la relación entre dos variables numéricas

Duración

8 horas

Unidad II. Análisis de variables categóricas y métodos de visualización para múltiples categorías

Competencia

Aplicar métodos apropiados al estudio de variables categóricas e identificación de patrones multivariados, mediante pruebas estadísticas como chi cuadrada, métodos de agrupamiento y herramientas de visualización, para analizar, identificar y representar relaciones complejas entre múltiples categorías, con rigurosidad y creatividad.

Contenido

- 2.1. Prueba Chi-cuadrada para una variable categórica: binaria y múltiples categorías
- 2.2. Prueba Chi-cuadrada para evaluar independencia
- 2.3. Tablas de contingencia – uso de Prueba de Fisher y Chi cuadrada
- 2.4. Introducción a métodos de agrupamiento: análisis de componentes principales y jerárquico
- 2.5. Herramientas de visualización
 - 2.5.1. Comparación entre múltiples categorías y grupos: barras apiladas, mosaicos
 - 2.5.2. Relaciones y asociaciones: diagramas de coocurrencia, redes de nodos
 - 2.5.3. Mapa de calor

Duración

6 horas

Unidad III. Diseños de análisis de varianza y alternativas no paramétricas**Competencia**

Analizar comparaciones entre múltiples grupos y variables mediante la aplicación de análisis de varianza, pruebas no paramétricas y validación de supuestos, para obtener resultados válidos y fundamentados de la efectividad de tratamientos, efectos de interacción, entre otros, aplicados a diseños experimentales y observacionales diversos, con pensamiento crítico y responsabilidad.

Contenido

- 3.1. Análisis de varianza de una vía
 - 3.1.1. Verificación de supuestos
 - 3.1.2. Estimación y procedimientos Post-Hoc
- 3.2. Análisis de varianza de dos vías con y sin medidas repetidas
 - 3.2.1. Verificación de supuestos
 - 3.2.2. Efecto de interacción
 - 3.2.3. Estimación y procedimientos Post-Hoc
- 3.3. Alternativas no paramétricas al análisis de varianza
 - 3.3.1. Prueba Kruskal- Wallis
 - 3.3.2. Prueba de Friedman en diseños con medidas repetidas

Duración

10 horas

Unidad IV. Introducción a modelos de regresión**Competencia**

Interpretar modelos de regresión aplicados a temas de interés biológico mediante la estimación de modelos de regresión lineal simple y múltiple para explicar y predecir relaciones entre variables en diferentes contextos de investigación, con pensamiento crítico y perseverancia.

Contenido

- 4.1. Modelo de regresión lineal
 - 4.1.1. Verificación de supuestos y diagnóstico
 - 4.1.2. Estimación: pruebas de hipótesis para los coeficientes
 - 4.1.3. Bondad de ajuste
- 4.2. Fundamentos de modelo de regresión lineal múltiple
 - 4.2.1. Verificación de supuestos
 - 4.2.2. Interpretación de coeficientes
- 4.3. Métodos de transformación de variables
- 4.4. Criterios para la selección de modelos

Duración

8 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**Unidad I. Inferencia estadística y pruebas que relacionan dos muestras y dos variables****Práctica 1: Diferencia en la media de frecuencia cardíaca antes y después de actividad física moderada****Duración**

4 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Sigue el paso a paso para realizar las pruebas de diferencias de medias presentadas en el ejemplo proporcionado por su docente.
3. Importa la base de datos proporcionada por su docente.
4. Replica el procedimiento e interpreta qué sucede en cada paso.
5. Toma su frecuencia cardíaca por minuto y comparte el valor con el grupo.
6. Realiza 10 minutos de actividad física moderada.
7. Registra nueva frecuencia cardíaca por minuto.
8. Elige la prueba de diferencias de medias acorde a los datos generados.
9. Plantea una hipótesis para estos datos.
10. Realiza y valida la prueba en software estadístico.
11. Interpreta los resultados.
12. Realiza una nueva prueba considerando ahora que son dos grupos diferentes.
13. Elabora y entrega un reporte incluyendo discusión.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Reloj o celular
- Software R, Jamovi, Excel o Google Sheets

Práctica 2: Aplicación de pruebas no paramétricas de diferencia entre dos muestras**Duración**

8 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el ejemplo resuelto en clase
3. Realiza ejercicio en clase replicando el procedimiento del ejemplo
4. Interpreta los resultados

5. Se integra en equipo de 4 a 5 integrantes
6. Selecciona dos áreas verdes dentro del campus
7. Elabora una encuesta en Google forms que integre como índice de tranquilidad percibida (1 a 5 variable ordinal) y variable ordinal de frecuencia de uso (1 nunca a 5 muy frecuente)
8. Realiza por lo menos 5 encuestas
9. Elabora una tabla donde integre los datos recabados.
10. Plantea la hipótesis correspondiente a la diferencia en la percepción de tranquilidad entre las dos áreas
11. Aplica una prueba de suma de rangos de Wilcoxon.
12. Interpreta los resultados
13. Expone su proceso durante el taller.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Reloj o celular
- Software R o Jamovi

Práctica 3: Exploración de correlación entre variables

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza ejercicio guiado durante la clase.
3. Se integra en equipo de 3 a 4 integrantes
4. Mide la distancia en metros con cinta métrica o aplicación de celular
5. Registra la estatura de compañeros y compañeras de clase.
6. Realiza caminata de 10 metros, ida y vuelta a paso natural
7. Registra el tiempo y número de pasos del trayecto de ida y de vuelta
8. Saca un promedio de los dos trayectos
9. Elabora una tabla con las siguientes variables: identificador, estatura en centímetros, pasos por 10 metros ida, pasos por 10 metros vuela, longitud del paso promedio en metros.
10. Realiza una gráfica de dispersión xy
11. Selecciona el coeficiente de correlación apropiado Pearson o Spearman
12. Estima el coeficiente
13. Interpreta el resultado, elabora y entrega un reporte a su docente.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Reloj o celular
- Software R /Jamovi/Excel
- Cinta métrica

Unidad II. Análisis de variables categóricas y métodos de visualización para múltiples categorías

Práctica 4: Buenas prácticas en la elaboración de figuras

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza ejemplo paso a paso proporcionado durante la clase
3. Importa la base de datos proporcionada por su docente
4. Selecciona variables de interés para representarlas gráficamente
5. Elabora las gráficas considerando que sean autoexplicativas
6. Elabora y entrega reporte con las gráficas y su interpretación

Práctica 5: Representación efectiva de datos

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se integra en equipo de 4 a 5 personas.
3. Determina el tipo de muestreo a seguir acorde a la pregunta ¿la distribución de categorías relacionadas con la biodiversidad, uso del espacio y residuos difiere entre el jardín botánico y zonas cercanas a la playa?
7. Desarrolla un plan de muestreo, se sugiere 10 puntos, 1 a 2 minutos de observación
8. Recolecta información para cada tipo de hábitat (jardín/playa) sobre las siguientes variables: grupo biológico observado (conteo de aves, insectos, plantas con flor), actividad humana, residuos, entre otros. Para cada punto registra la categoría dominante.
9. Elabora una tabla de contingencia en Excel/Google sheets/R.
10. Realiza una prueba ji cuadrada de independencia para evaluar si existe una relación entre hábitat y categoría.
11. Elabora un reporte donde integra una gráfica de barras agrupadas o mosaico de hábitat por categoría y su interpretación.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Libreta
- Software R /Jamovi/Excel/Google sheets

Unidad III. Diseños de análisis de varianza y alternativas no paramétricas

Práctica 6: Evaluación del impacto de actividades humanas en las aves mediante ANOVA o Kruskal Wallis

Duración

8 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un ejemplo guiado de cada diseño de ANOVA y alternativas no paramétricas con bases de datos proporcionadas por su docente.
3. Elabora reporte de los ejemplos donde incluye la interpretación de resultados, gráficas y procedimiento.
4. Se integra en equipos de 4 a 5 personas.
5. Determina el tipo de muestreo a seguir acorde a la pregunta ¿La riqueza y abundancia de aves difiere entre hábitats del campus?
6. Determina una variable categórica con más de tres niveles, como ejemplo pueden considerar jardín, playa, zona de alto tráfico. Selecciona 8 puntos por categoría.
7. Determina la variable de respuesta: número de especies por punto o número de individuos por punto. Se recomienda 5 minutos por punto, realizar algunas tomas fotográficas.
8. Registra información adicional ambiental y elabora base de datos
9. Realiza el ANOVA o alternativa no paramétrica correspondiente, comprueba supuestos y representa gráficamente
10. Elabora reporte y presentación

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Reloj o celular
- Software R /Jamovi/Excel
- Cinta métrica

Práctica 7: Estimación de efectos en diseño con réplicas

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza ejercicio guiado durante la clase.
3. Se integra en equipo de 3 integrantes
4. Importa la base de datos asignada
5. Plantea preguntas de investigación considerando las variables que integran la base de datos
6. Aplica las pruebas paramétricas y no paramétricas considerando el diseño con réplicas
7. Interpreta los resultados
8. Realiza un reporte donde incluye una revisión de literatura para contextualizar sus resultados con estudios previos
9. Elabora una presentación
10. Presenta su trabajo en equipo al resto del grupo

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Reloj o celular
- Software R /Jamovi/Excel

Unidad IV. Introducción a modelos de regresión

Práctica 8: ¿Cómo funcionan los modelos de regresión lineal simple?

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza el ejemplo paso a paso proporcionado en clase
3. Importa la base de datos proporcionada por su docente para replicar el procedimiento del ejemplo.
4. Realiza un diagrama de dispersión
5. Estima el modelo de regresión usando 5 pares de datos de forma manual
6. Estima el modelo usando el programa y compara las ecuaciones obtenidas.
7. Valida los supuestos del modelo de regresión.
8. Interpreta los coeficientes y su significancia.
9. Propone preguntas para hacer inferencias a partir del modelo
10. Realiza y entrega un reporte con su procedimiento y resultados

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Reloj o celular
- Software R /Jamovi/Excel

Práctica 9: Utilidad de los modelos de regresión lineal múltiple

Duración

5 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Sigue ejemplo paso a paso proporcionado por su docente.
3. Se integra en equipo de 3 a 4 integrantes
4. Selecciona un artículo científico sobre un tema de interés común en algún campo de la biología, entre ellos, conservación de la biodiversidad, impacto ambiental en las especies, genética, biomedicina, comportamiento animal. El artículo debe incluir el uso de modelos de regresión lineal múltiple dentro de la metodología.
5. Analiza el artículo y discute con su equipo la metodología propuesta.
6. Realiza una presentación oral donde explica de manera detallada la metodología y los resultados del artículo.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Bases de datos de literatura científica
- Power point/Canva

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

Seleccione las estrategias correspondientes al proceso de enseñanza-aprendizaje, puede agregar o quitar

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates

- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Infografías

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales.....	30%
- Proyecto final integrador.....	40%
- Portafolio de evidencias	30%
Total.....	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Díaz Rodríguez, M. (2022). *Estadística inferencial aplicada*: (2 ed.). Universidad del Norte.
<https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/221614>

García Pérez, A. (2024). *Estadística aplicada robusta con R*: (1 ed.). UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.
<https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/274471>

Hartvigsen, G. (2021). *A primer in biological data analysis and visualization using R*. (2nd ed.). Columbia University Press.
<https://libcon.rec.uabc.mx:2938/linkprocessor/plink?id=ac3f2e23-e499-3f09-acc7-ced82a82abba>

Triola, M.F. (2018). *Estadística* (12a ed.). Pearson Educación. [clásica]
<https://libcon.rec.uabc.mx:2346/9786073243773>

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Quirk, T.J., Quirk, M.H., Horton, H.F. (2021). *Excel 2019 for Environmental Sciences Statistics: A Guide to solving Practical Problems*. (2nd ed.). Springer.

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología o área afín a las ciencias naturales y exactas, Maestría o doctorado en Biología, Ciencias Ambientales o disciplinas que integren una sólida formación en estadística. Debe contar con al menos dos años de experiencia previa de haber impartido clases a nivel de licenciatura y/o posgrado en estadística inferencial y/o análisis de datos cuantitativos. Debe ser una persona empática, con capacidad para trabajar con grupos grandes y fomentar un ambiente de respeto y colaboración.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Chordata
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Andrés Martínez Aquino Gorgonio Ruiz Campos
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Chordata tiene como propósito abordar la información más relevante sobre este filo zoológico. Esta unidad de aprendizaje ofrecerá al estudiantado conocimientos de la morfología, ecología, evolución, diversidad y conducta que caracterizan a los distintos grupos de Chordata, para relacionar e integrar los diversos aspectos biológicos y ecológicos de este grupo animal. Se imparte en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio, pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad. Se recomienda que el estudiantado tenga los conocimientos de las asignaturas organísmicas del área de Biodiversidad, con especial énfasis en las del reino Animalia (e.g., Invertebrados y Artrópodos) así como la de Ecología I, Estadística Descriptiva y Estadística Inferencial.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Caracterizar la diversidad, morfología, anatomía, fisiología y relaciones filogenéticas de los organismos del filo Chordata, mediante la observación de especímenes y su comparación, la revisión de evidencia morfológico-funcional y molecular, y la interpretación de su historia evolutiva, para reconocer su papel en los ecosistemas y comprender su importancia biológica dentro del Reino Animalia, con una actitud crítica, perseverancia y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- Portafolio de evidencias con reporte de práctica de campo y prácticas de laboratorio, las cuales incluirán análisis de datos obtenidos a partir de especímenes del Filo Chordata, interpretación de resultados y su discusión teórica-práctica.
- Exposición de Proyecto de Investigación. En equipo, con base en literatura científica especializada, realizan un proyecto de investigación teórico para responder tres preguntas científicas particulares sobre un modelo biológico empírico del Filo Chordata. La exposición del proyecto de investigación lleva las secciones de portada, introducción, método, resultados, discusión, conclusiones y referencias.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Inclusión, Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos del Filo Chordata

Competencia

Distinguir las características morfológicas compartidas del filo de los cordados, a partir del análisis, comparación y discusión de literatura especializada, para esquematizar las sinapomorfias de los grupos de filo como marco teórico de referencia sobre su clasificación filogenética, con una actitud crítica, perseverancia y responsabilidad.

Contenido

- 1.1. Fundamentos y definición del filo Chordata
- 1.2. Características morfológicas y embrionarias de Chordata
- 1.3. Chordata no óseos
- 1.4. Chordata óseos

Duración

4 horas

Unidad II. Cephalochordata y Urochordata

Competencia

Analizar las principales características ontogenéticas, morfológicas, anatómicas, taxonómicas, y ecológicas de los Cephalochordata y Urochordata, por medio de la comparación de especímenes de referencia y literatura especializada, para identificar su importancia biológica y evolutiva con pensamiento crítico y respeto a la naturaleza.

Contenido

- 2.1. Ontogenia, morfología y anatomía funcional de Cephalochordata y Urochordata
- 2.2 Principales clases y órdenes de los grupos de Cephalochordata y Urochordata
- 2.3. Importancia biológica, ecológica y evolutiva de Cephalochordata y Urochordata

Duración

4 horas

Unidad III. “Peces”: Cyclostomata, Chondrichthyes y Actinopterygii

Competencia

Analizar las principales características ontogenéticas, morfológicas, anatómicas, taxonómicas, ecológicas y conductuales de los Cyclostomata, Chondrichthyes y Actinopterygii, por medio de la comparación de especímenes de referencia y literatura especializada, para identificar su importancia biológica y evolutiva con pensamiento crítico y respeto a la naturaleza.

Contenido

- 3.1. Ontogenia, morfología y anatomía funcional de Cyclostomata
- 3.2. Ecología y Filogenia de Cyclostomata
- 3.3. Ontogenia, morfología y anatomía funcional de Chondrichthyes
- 3.4. Ecología y Filogenia de Chondrichthyes
- 3.5. Ontogenia, morfología y anatomía funcional de Actinopterygii
- 3.6. Ecología y Filogenia de Actinopterygii
- 3.7. Principales ordenes dentro de los grupos Cyclostomata, Chondrichthyes y Actinopterygii
- 3.8. Importancia biológica y económica de los grupos Cyclostomata, Chondrichthyes y Actinopterygii

Duración

8 horas

Unidad IV. Amphibia

Competencia

Analizar las principales características ontogenéticas, morfológicas, anatómicas, taxonómicas, ecológicas y conductuales de la clase Amphibia, por medio de la comparación de especímenes de referencia y literatura especializada, para identificar su importancia biológica y evolutiva con pensamiento crítico y respeto a la naturaleza.

Contenido

- 4.1. Adaptación y colonización de ambientes terrestres por Amphibia
- 4.2. Principales ordenes de los grupos de Amphibia
- 4.3. Ontogenia, morfología y anatomía funcional de los grupos de Amphibia
- 4.4. Importancia biológica, ecológica y evolutiva de los grupos de Amphibia
- 4.5. Diversidad, extinción y extirpación de Amphibia

Duración

4 horas

Unidad V. Mammalia***Competencia***

Analizar las principales características ontogenéticas, morfológicas, anatómicas, taxonómicas, ecológicas y conductuales de la clase Mammalia, por medio de la comparación de especímenes de referencia y literatura especializada, para identificar su importancia biológica y evolutiva con pensamiento crítico y respeto a la naturaleza.

Contenido

- 5.1. Adaptación y colonización de ambientes terrestres por Mammalia
- 5.2. Principales órdenes de los grupos de Mammalia
- 5.3. Ontogenia, morfología y anatomía funcional de los grupos de Mammalia
- 5.4. Importancia biológica, ecológica y evolutiva de los grupos de Mammalia
- 5.5. Diversidad de Mammalia

Duración

4 horas

Unidad VI. Sauropsida: Testudines, Lepidosauria y Archosauria***Competencia***

Distinguir las principales características ontogenéticas, morfológicas, anatómicas, taxonómicas, ecológicas y conductuales de los los grupos de Testudines, Lepidosauria y Archosauria, por medio de la comparación de especímenes de referencia y literatura especializada, para identificar su importancia biológica y evolutiva con pensamiento crítico y respeto a la naturaleza.

Contenido

- 6.1. Ontogenia, morfología y anatomía funcional de Testudines
- 6.2. Ecología, Filogenia y Diversidad de Testudines
- 6.3. Ontogenia, morfología y anatomía funcional de Lepidosauria
- 6.4 Ecología, Filogenia y Diversidad de Lepidosauria
- 6.5. Ontogenia, morfología y anatomía funcional de Archosauria
- 6.6. Ecología, Filogenia y Diversidad de Archosauria
- 6.7. Importancia biológica y económica de los grupos Testudines, Lepidosauria y Archosauria

Duración

8 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad II. Cephalochordata y Urochordata

Práctica 1: Biología de Cephalochordata y Urochordata

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Observa el material proporcionado de especímenes de referencia.
4. Esquematiza y toma registro de las principales estructuras externas, internas y caracteres exclusivos: notocorda, cordón nervioso tubular, hendiduras branquiales, cola postanal.
5. Investiga ¿Cuáles son las sinapomorfias de los grupos de Cephalochordata y Urochordata? Menciona sus adaptaciones morfoanatómicas.
6. Escribe y entrega reporte de laboratorio.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos)
- 1 microscopio estereoscópico
- 1 caja de Petri
- 1 pipeta Pasteur con perilla de goma
- 1 caja de disección (agujas y pinzas de disección)
- 1 charola
- Computadora
- Internet
- Editor de texto

Unidad III. “Peces”: Cyclostomata, Chondrichthyes y Actinopterygii

Práctica 2: Biología de Cyclostomata

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Observa el material proporcionado de especímenes de referencia.

4. Esquematiza y toma registro de los caracteres de Cyclostomata: boca ciclostoma, notocorda, cordón nervioso, cerebro y medula espinal, cola postanal, sacos faríngeos.
5. Investiga ¿Cuáles son las sinapormofias de los grupos de Cyclostomata? ¿Cuáles son los hábitos y dietas de los Cyclostomata?
6. Escribe y entrega reporte de laboratorio.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos)
- 1 microscopio estereoscópico
- 1 caja de Petri
- 1 pipeta Pasteur con perilla de goma
- 1 caja de disección (agujas y pinzas de disección)
- 1 charola
- 1 vernier
- Computadora
- Internet
- Editor de texto

Unidad III. “Peces”: Cyclostomata, Chondrichthyes y Actinopterygii

Práctica 3: Biología de Chondrichthyes

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Observa el material proporcionado de especímenes de referencia.
4. Esquematiza y toma registro de los caracteres de Chondrichthyes: boca mandibulada, escamas, membrana nicticante, nostrilos, aberturas branquiales, aletas, corazón, sistemas de electrocomunicación, hígado, intestino, válvula espiral y sistema reproductor.
5. Investiga ¿Cuál es la diversidad de grupos de Chondrichthyes? Menciona sus adaptaciones morfoanatómicas.
6. Escribe y entrega reporte de laboratorio.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos)
- 1 microscopio estereoscópico

- 1 caja de Petri
- 1 pipeta Pasteur con perilla de goma
- 1 caja de disección (agujas y pinzas de disección)
- 1 charola
- 1 vernier
- Computadora
- Internet
- Editor de texto

Unidad III. “Peces”: Cyclostomata, Chondrichthyes y Actinopterygii

Práctica 4: Biología de Actinopterygii

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Observa el material proporcionado de especímenes de referencia.
4. Esquematiza y toma registro de los caracteres de los peces de aletas radiadas: anatomías bucales, escamas, nostrilos, arcos branquiales, aletas, intestino, estomago, vejiga natatoria y espiral y sistema reproductor.
5. A partir de los especímenes de referencia toma datos morfométricos y analiza su variación a nivel intra e interespecífica.
6. Escribe y entrega reporte de laboratorio.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos)
- 1 microscopio estereoscópico
- 1 caja de Petri
- 1 pipeta Pasteur con perilla de goma
- 1 caja de disección (agujas y pinzas de disección)
- 1 charola
- 1 vernier
- Computadora
- Internet
- Editor de texto

Unidad IV. Amphibia

Práctica 5: Biología de Lisshamphibia

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Observa el material proporcionado de especímenes de referencia.
4. Esquematiza y toma registro de los caracteres de *Lissshamphibia*: anatomías bucales, piel, narinas, pulmones, aletas, intestino, estómago, intestino, vejiga urinaria y sistema reproductor.
5. Describe y compare la morfología de las extremidades anteriores y posteriores (estilópodo, zeugópodo y autópodo), y del número y tamaño de dígitos y uñas.
6. A partir de los especímenes de referencia, toma datos morfométricos y analiza su variación a nivel intra e interespecífica.
7. Escribe y entrega reporte de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos)
- 1 microscopio estereoscópico
- 1 caja de Petri
- 1 pipeta Pasteur con perilla de goma
- 1 caja de disección (agujas y pinzas de disección)
- 1 charola
- 1 vernier
- Computadora
- Internet
- Editor de texto

Unidad V. Mammalia

Práctica 6: Biología de Mammalia

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Observa el material proporcionado de cráneos de mamíferos de referencia.
4. Esquematiza los cráneos de mamíferos de referencia.

5. A partir de los cráneos de referencia, toma datos morfométricos para identificación taxonómica.
6. Investiga ¿Cuál es la diversidad de los grupos de Mammalia? Menciona hábitats y dieta.
7. Escribe y entrega reporte de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos)
- 1 microscopio estereoscópico
- 1 caja de Petri
- 1 pipeta Pasteur con perilla de goma
- 1 caja de disección (agujas y pinzas de disección)
- 1 charola
- 1 vernier
- Computadora
- Internet
- Editor de texto

Unidad VI. Sauropsida: Testudines, Lepidosauria y Archosauria

Práctica 7: Biología de Sauropsida: Testudines y Lepidosauria (Squamata)

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Observa el material proporcionado de especímenes de referencia.
4. Esquematiza y toma registro de los caracteres de Testudines: formas de caparazón, longitud de cuello y extremidades.
5. Esquematiza y toma registro de los caracteres de Serpientes: presencia/ausencia de fosea loreal, forma de cabeza y cola, tipo de dentición y escamas.
6. Esquematiza y toma registro de los caracteres de lagartos: forma de la cabeza, tipos de escamas, adaptaciones de las patas (almohadillas, presencia de uñas, heterodactilia).
7. Escribe y entrega reporte de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos)

- 1 microscopio estereoscópico
- 1 caja de Petri
- 1 pipeta Pasteur con perilla de goma
- 1 caja de disección (agujas y pinzas de disección)
- 1 charola
- 1 vernier
- Computadora
- Internet
- Editor de texto

Unidad VI. Sauropsida: Testudines, Lepidosauria y Archosauria

Práctica 7: Biología de Sauropsida: Archosauria (Aves)

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Observa el material proporcionado de especímenes de referencia.
4. Esquematiza y toma registro de los caracteres de Aves: tipos de plumas, alas, picos y patas.
5. Investigue las adaptaciones morfo-anatómicas de los tipos de plumas, alas, picos y patas.
6. Investigue en función al tipo de alas ¿Cuáles son los tipos aerodinámicos en aves?
7. Escribe y entrega reporte de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos)
- 1 microscopio estereoscópico
- 1 caja de Petri
- 1 pipeta Pasteur con perilla de goma
- 1 caja de disección (agujas y pinzas de disección)
- 1 charola
- 1 vernier
- Computadora
- Internet
- Editor de texto

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Práctica 1: Inventario faunístico por cuadrantes

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Visita área natural de la región.
2. Escucha y atiende instrucciones y logística del trabajo de campo.
3. Se reúne en equipos.
4. Observa con atención el entorno y delimita zonas de trabajo.
5. Utiliza cuadrantes para medir las abundancias de los organismos.
6. Identifica a nivel de especie los organismos encontrados utilizando las guías de campo.
7. Documenta lo observado mediante fotos, esquemas y registra en cuaderno de campo.
8. Elabora reporte o evidencia de la práctica de campo.

Recursos de apoyo

- Ropa de campo
- Sombrero o cachucha
- Bitácora de campo
- Medio de transporte
- Redes, botes, bolsas, frascos
- Tenis y/o botas de hule/neopreno (se depende del terreno)
- Guías faunísticas de campo
- Cámara fotográfica en medios electrónicos

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Práctica de campo
- Infografías
- Organizadores gráficos
- Ensayos

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- 2 exámenes escritos	20%
- Reportes de lectura	20%
- Prácticas de laboratorio	20%
- Reporte y exposición de proyecto de investigación	30%
- Reporte práctica de campo	10
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025, 20 de marzo). *Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPDPPSO.pdf>
- Homberger & Walker. Vertebrate dissection. 9na ed. Thomson.
- Kardong & Zalsko. Comparative Vertebrate Anatomy. A Laboratory dissection guide. 3ra ed.
- Nelson JS. 2006. Fishes of the World. Nueva York, John Wiley & Sons.
- Pough et al. 2008. Vertebrate Life, 7-9th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ
- Ryan JM. 2018. Mammalogy Techniques. Lab Manual. Johns Hopkins University Press
- Vargas, P. & Zardoya R. (2014). The Tree of life: evolution and classification of living organisms. Sderland Mass, New York, Oxford University Press. [clásica]
http://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=216402&shelfbrowse_itemnumber=553092#holdings
- Vaughan, TA, JM Ryan & NJ Czaplewski. 2013. Mammalogy. Jones & Bartlett Learning. 6th edition.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- American Society of Mammalogists (ASM): <https://www.mammalsociety.org/>
- Amphibia Web. 2022. Information on amphibian biology and conservation. Berkeley, California.
<http://amphibiaweb.org/>
- Beltzs E. 2007 (updated 2008). Scientific and Common Names of the Reptiles & Amphibians of North America - Explained. <http://ebeltz.net/herps/etymain.html>
- ElasmoDiver.com. 2022. Elasmodiver Shark & Ray Field Guide
http://www.elasmodiver.com/sharks_and_rays.html
- Fishbase. 2022. A global information system on fishes. <http://www.fishbase.us/search.php>

Frog Watch. 2022. Identifying Frogs. NatureWatch <https://www.naturewatch.ca/frogwatch/how-to-guide/identifying-frogs/>

iNaturalist App. 2022.
https://play.google.com/store/apps/details?id=org.inaturalist.android&hl=es_MX&gl=US

Martin, RA. 2022. Guide to Shark Identification. Biology of Sharks & Rays. ReefQuest Centre for Shark Research.
<http://www.elasmo-research.org/education/ecology/id-guide.htm>

North American Society for Bat Research (NASBR): <https://www.nasbr.org/>

Shark Foundation. 2022. The Orders of the Sharks.
<http://www.shark.ch/Database/Orders/index.html>

The Cornell Lab of Ornithology. 2022. Merlin Bird App.
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es_MX&gl=US

Wilson and Reeder's Mammal Species of the World. Third Edition:
<https://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/>

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, o área afín, con posgrado de ciencias biológicas, o experiencia probada en el área y docencia; con conocimientos avanzados en estudios de sistemática, biogeografía y evolución en zoología. Contar con cualidades de responsabilidad, ética y capaz de fomentar la colectividad científica en el grupo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Biología Vegetal
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Rafael Bello Bedoy Anwar Israel Medina Villarreal
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de esta asignatura es identificar la diversidad de formas de vida de las plantas terrestres, el estudiantado para ello realizará el análisis comparativo de caracteres morfológicos, reproductivos y de historia de vida observados en ejemplares vivos, compilando datos de rasgos de la literatura, asimismo llevará a cabo experimentos de crecimiento de individuos que permitan explicar la diversidad actual de plantas considerando su origen y evolución adaptativa y diversificación en la atmósfera terrestre, para reconocer la importancia de las plantas en los ecosistemas terrestres urbanos, como componente de alimentación básica y fomentar una actitud responsable sobre su aprovechamiento y conservación. Se imparte en la etapa disciplinaria con carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento Biodiversidad

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la diversidad de las plantas terrestres, mediante la revisión de ejemplares de herbario, vivos y experimentos de crecimiento para comparar sus rasgos morfológicos, de historia de vida, reproductivos y ecológicos con una actitud responsable sobre el uso y la conservación de los ecosistemas terrestres.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora reportes de prácticas de laboratorio y de campo de forma escrita y oral donde demuestre el dominio de la diferenciación de las plantas terrestres y sus partes anatómicas

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Evolución de las plantas terrestres y filogenia

Competencia

Relacionar los cambios morfológicos estructurales y funcionales que evolucionaron en las plantas como adaptaciones a las condiciones de vida en la atmósfera terrestre, para

comprender la diversidad de plantas como resultado de su evolución, con actitud de respeto y cooperación durante el trabajo.

Contenido

- 1.1. Evolución de las plantas terrestres
- 1.2. Origen y especialización
- 1.3. Adaptaciones básicas
- 1.4. Fuentes de variación
- 1.5. Hibridación, poliploidía
- 1.6. Relaciones filogenéticas

Duración

10 horas

Unidad II. Licofitas y Monilofitas

Competencia

Examinar características morfológicas y biológicas de licofitas y monilofitas mediante ejemplares de herbario, vivos y fijados, para comprender que la diversidad actual resulta de la evolución y fomentar su conservación y aprovechamiento responsable.

Contenido

- 3.1. Clasificación
- 3.2. Biología
- 3.3. Ciclo de vida y evolución de la homosporía y heterosporía
- 3.4. Morfología y evolución de las hojas, tallos, y raíces de Licofitas
- 3.5. Ecología y distribución de las Licofitas
- 3.6. Descripción de grupos de Licofitas
- 3.7. Morfología y evolución de las hojas, tallos, y raíces de Monilofitas
- 3.8. Ecología y distribución de las Monilofitas
- 3.9. Descripción de grupos de Licofitas

Duración

6 horas

Unidad III. Gimnospermas

Competencia

Examinar características morfológicas y biológicas de gimnospermas mediante ejemplares de herbario, vivos y fijados, para comprender que la diversidad actual resulta de la evolución y fomentar su conservación y aprovechamiento responsable.

Contenido

- 4.1. Clasificación
- 4.2. Biología
- 4.3. Ciclo de vida de gimnospermas
- 4.4. Morfología y evolución de las hojas, tallos, y raíces gimnospermas
- 4.5. Ecología y distribución de gimnospermas
- 4.6. Descripción de grupos de gimnospermas
 - 4.6.1. Cycadales
 - 4.6.2. Gynkgoales
 - 4.6.3. Coniferales
 - 4.6.4. Gnetales

Duración

6 horas

Unidad IV. Angiospermas

Competencia

Examinar características morfológicas y biológicas de angiospermas mediante ejemplares de herbario, vivos y fijados, para comprender que la diversidad actual resulta de la evolución y fomentar su conservación y aprovechamiento responsable.

Contenido

- 5.1. Clasificación
- 5.2. Biología
- 5.3. Ciclo de vida de angiospermas
- 5.4. Doble fecundación
- 5.5. Desarrollo y Morfología de la flor
- 5.6. Morfología del fruto
- 5.4. Morfología y evolución de las hojas, tallos, y raíces de angiospermas
- 5.5. Ecología y distribución de angiospermas
- 5.6. Descripción de grupos de gimnospermas
 - 5.6.1. Angiospermas basales

5.6.2. Eudicotiledóneas

5.6.3. Monocotiledóneas

Duración

10 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Evolución de las plantas terrestres y filogenia

Práctica 1: El cuerpo de la planta: Licofitas y Monilofitas

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Previo al laboratorio realiza una investigación documental sobre el cuerpo de la planta
3. Elige, observa ejemplares de plantas vivas para reconocer los principales órganos
4. Disecta la planta en tres partes, y elabora un esquema detallado de cada órgano.
5. Esquematiza la planta en su bitácora y señala dentro de su dibujo los tres órganos principales de la planta, siendo estos raíz, tallo y hoja.
6. Entrega reporte de la práctica para recibir evaluación.

Recursos de apoyo

- Una planta a elección de cada estudiante
- Lápiz
- Bitácora
- Libro de identificación de plantas
- Apuntes de clase
- Estuche de disección
- Microscopio

Práctica 2: El cuerpo de la planta: gimnosperma y angiosperma

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Previo al laboratorio realiza una investigación documental sobre el cuerpo de la planta
3. Elige, observa ejemplares de plantas vivas para reconocer los principales órganos
4. Disecta la planta en tres partes, y elabora un esquema detallado de cada órgano.
5. Esquematiza la planta en su bitácora y señala dentro de su dibujo los tres órganos principales de la planta, siendo estos raíz, tallo y hoja.
6. Entrega reporte de la práctica para recibir evaluación.

Recursos de apoyo

- Una planta a elección de cada estudiante
- Lápiz
- Bitácora
- Libro de identificación de plantas
- Apuntes de clase
- Estuche de disección

Práctica 3: Comparación de morfología interna de raíz de plantas vasculares

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Seleccione ejemplares de tallos de plantas vivas pertenecientes a cada uno de los linajes mencionados en la sección de Material (inciso de la a-e).
3. Con los ejemplares o imágenes seleccionadas, realice un diagrama a mano alzada de cada uno de los tallos, indique sus estructuras y función de estas.
4. Investigue y añada a su diagrama, el tipo de raíz que presenta cada especie seleccionada (fig. 1).
5. Añada la sección de bibliografía utilizada.

Recursos de apoyo

- 5 hojas blancas tamaño carta
- 1 imagen de tallo de un ejemplar perteneciente al linaje
a) Licofita

- b) Monilofita
- c) Gimnosperma
- d) Monocotiledónea
- e) Eudicotiledónea

Práctica 4: Morfología externa, tallos de plantas terrestres

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Seleccione ejemplares de tallos de plantas vivos perteneciente a cada uno de los linajes mencionados en la sección de Material (inciso de la a-e).
3. Con los ejemplares o imágenes seleccionadas, realice un diagrama a mano alzada de cada uno de los tallos, indique sus estructuras y función de estas.
4. Investigue y añada a su diagrama, el tipo de tallo que presenta cada especie seleccionada (fig. 1).
5. Añada la sección de bibliografía utilizada.

Recursos de apoyo

- 5 hojas blancas tamaño carta
- 1 imagen de tallo de un ejemplar perteneciente al linaje
 - a) Licofita
 - b) Monilofita
 - c) Gimnosperma
 - d) Monocotiledónea
 - e) Eudicotiledónea

Práctica 5: Comparación morfológica externa y diversidad de hojas en plantas vasculares

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Colecte hojas de diferentes plantas.

3. Elija un ejemplar de cada uno de los linajes mencionados en la sección de Material (incisos a–e).
4. Con los ejemplares de hoja seleccionados realice un diagrama a mano alzada de cada una de las hojas, indicando su nombre y tipo.
5. Identifique las estructuras de la hoja y el tipo de lámina que presenta con base en el capítulo 4 del libro de Judd et al. (2008)
6. Elabore y reporte de la práctica para recibir evaluación añadiendo la sección de bibliografía utilizada.

Recursos de apoyo

- 5 hojas blancas tamaño carta
- Imágenes o ejemplares de hojas de cada linaje
 - a) Licofita
 - b) Monilofita
 - c) Gimnosperma
 - d) Monocotiledónea
 - e) Eudicotiledónea
- Libro de Biología de plantas (*Mauseth, 2017*)
- Libro de Sistemática de angiospermas (*Judd et al., 2008*)
- Estuche de disección
- Microscopio

Unidad II. Licofita y Monilofita; Unidad III. Gimnospermas; Unidad IV. Angiospermas

Práctica 6: Comparación de ciclos de vida de plantas vasculares

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Seleccione laminillas que contengan las diferentes fases del ciclo de vida de las plantas pertenecientes a cada uno de los linajes mencionados en la sección de Material (inciso de la a-e).
3. Con los ejemplares o imágenes seleccionadas, realice un diagrama a mano alzada de cada uno de los tallos, indique sus estructuras y función de estas.

4. Investigue y añada a su diagrama, el tipo de tallo que presenta cada especie seleccionada.
5. Añada la sección de bibliografía utilizada.

Recursos de apoyo

- 5 hojas blancas tamaño carta
- 1 imagen de tallo de un ejemplar perteneciente al linaje
 - a) Licofita
 - b) Monilofita
 - c) Gimnosperma
 - d) Monocotiledónea
 - e) Eudicotiledónea

Unidad III. Gimnospermas

Práctica 7: Comparación de estructuras reproductivas de gimnosperma

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona ejemplares de tallos de plantas vivas pertenecientes a gimnospermas.
3. Con los ejemplares o imágenes seleccionadas, realice un diagrama a mano alzada de cada uno de los tallos, indique sus estructuras y función de estas.
4. Investiga y añade a su diagrama, el tipo de tallo que presenta cada especie seleccionada.
5. Añade la sección de bibliografía utilizada.

Recursos de apoyo

- 3 hojas blancas tamaño carta
- 1 imagen de tallo de un ejemplar perteneciente al linaje
 - a) Araucaria
 - b) Pino
 - c) Cycada

Unidad IV. Angiospermas

Práctica 8: Comparación de flores monocotiledóneas y eudicotiledóneas

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona ejemplares de flores de plantas vivas pertenecientes a cada uno de los linajes mencionados en la sección de Material (inciso de la a-b).
3. Con los ejemplares o imágenes seleccionadas, realice un diagrama a mano alzada de cada uno de los tallos, indique sus estructuras y función de estas.
4. Investiga y añade a su diagrama, el tipo de tallo que presenta cada especie seleccionada.
5. Añade la sección de bibliografía utilizada.

Recursos de apoyo

- 5 hojas blancas tamaño carta
- 1 imagen de tallo de un ejemplar perteneciente al linaje
 - a) Monocotiledónea
 - b) Eudicotiledónea

Unidad IV. Angiospermas

Práctica 9: Comparación de polen y ovarios de monocotiledóneas y eudicotiledóneas

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona laminillas y ejemplares de flores de plantas vivas pertenecientes a cada uno de los linajes mencionados en la sección de Material (inciso de la a-b).
3. Con los ejemplares o imágenes seleccionadas, realice un diagrama a mano alzada de cada uno de los tallos, indique sus estructuras y función de estas.
4. Investiga y añade a su diagrama, el tipo de tallo que presenta cada especie seleccionada (fig. 1).
5. Añade la sección de bibliografía utilizada.

Recursos de apoyo

- 5 hojas blancas tamaño carta
- 1 imagen de tallo de un ejemplar perteneciente al linaje
 - a) Monocotiledónea
 - b) Eudicotiledónea

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad I. Evolución de las plantas terrestres y filogenia

Práctica 1: Hábitos de crecimiento en las plantas vasculares

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica en el jardín botánico de la Facultad de Ciencias
2. Elabora un diagrama de cada planta seleccionada indicando claramente sus partes y el nombre del hábito. Cada diagrama debe de ir en una hoja individual (puede ser una plantilla de power point), acompañado de la imagen que empleo para compararla.
3. Incluye en cada diagrama de la planta la definición correcta de su hábito según el libro de Judd *et al.* (2008), incluya la cita del libro en cada definición.
4. Entrega reporte de la práctica para recibir evaluación

Recursos de apoyo

- Una planta a elección de cada estudiante
- Lápiz
- Bitácora
- Libro de identificación de plantas
- Apuntes de clase

Unidad II. Licofitas y Monilofitas

Práctica 2: Hábitos de crecimiento en las plantas licofitas y monilofitas

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica en el jardín botánico de la Facultad de Ciencias.
2. Elabora un diagrama de cada planta seleccionada indicando claramente sus partes y el nombre del hábito. Cada diagrama debe de ir en una hoja individual (puede ser una plantilla de power point), acompañado de la imagen que empleo para compararla.
3. Incluye en cada diagrama de la planta la definición correcta de su hábito según el libro de Judd *et al.* (2008), incluya la cita del libro en cada definición.
4. Entrega reporte de la práctica para recibir evaluación.

Recursos de apoyo

- Una planta a elección de cada estudiante
- Lápiz
- Bitácora
- Libro de identificación de plantas
- Apuntes de clase

Unidad III. Gimnospermas

Práctica 3: Hábitos de crecimiento en las plantas gimnospermas

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica en el jardín botánico de la Facultad de Ciencias
2. Elabora un diagrama de cada planta seleccionada indicando claramente sus partes y el nombre del hábito. Cada diagrama debe de ir en una hoja individual (puede ser una plantilla de power point), acompañado de la imagen que empleo para compararla.
3. Incluye en cada diagrama de la planta la definición correcta de su hábito según el libro de Judd *et al.* (2008), incluya la cita del libro en cada definición.
4. Entrega reporte de la práctica para recibir evaluación

Recursos de apoyo

- Una planta a elección de cada estudiante
- Lápiz
- Bitácora
- Libro de identificación de plantas

- Apuntes de clase

Unidad IV. Angiospermas

Práctica 4: Hábitos de crecimiento en las plantas angiospermas

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica en el jardín botánico de la Facultad de Ciencias
2. Elabora un diagrama de cada planta seleccionada indicando claramente sus partes y el nombre del hábito. Cada diagrama debe de ir en una hoja individual (puede ser una plantilla de power point), acompañado de la imagen que empleo para compararla.
3. Incluya en cada diagrama de la planta la definición correcta de su hábito según el libro de Judd *et al.* (2008), incluya la cita del libro en cada definición.
4. Entrega reporte de la práctica para recibir evaluación

Recursos de apoyo

- Una planta a elección de cada estudiante
- Lápiz
- Bitácora
- Libro de identificación de plantas
- Apuntes de clase

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	60%
– Reportes de prácticas de laboratorio y campo	30%
– Actividades	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- DK. (2019). Flora: el mundo secreto de las plantas. Penquin Random House. London, UK.
- Delevoryas T. (1979). Diversificación vegetal. (2a ed.). CECSA. [clásica].
- Ever, R and S. Eichhorn. (2012). *Biology of plants*. (8th ed.). Freeman [clásica].
- Marquez, J. S. (2014). *Biología de Angiospermas*. UNAM. [clásica].
- Mauseth, J. D. (2012). *Botany*. Jones & Bartlett Publishers. [clásica].
- Simpson, M. G. (2010). *Plant systematics*. Academic press. [clásica].
- Singh, G. (2016). *Plant Systematics, an Integrated Approach* (3a ed.). CRC Press.[clásica].
- Willis, K. & McElwain, J. (2014). *The evolution of plants*. Oxford University Press. UK [clásica].

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Bidlack, J. E., Stern, S., & Rowland, K. (2011). *Stern's introductory plant biology* [clásica].
- Van Oudtshoorn, K. V. R., & Van Rooyen, M. W. (2013). *Dispersal biology of desert plants*. Springer Science & Business Media. [clásica].
- Fosket, D. E. (2012). *Plant growth and development: a molecular approach*. Elsevier. [clásica].
- Cronk, J. K., & Fennessy, M. S. (2016). *Wetland plants: biology and ecology*. CRC press.
- Rebman, J. P. & Norman C. Roberts (2012). *Baja California Plant Field Guide*. San Diego Natural History Museum and Sunbelt Publications, San Diego, CA.

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, área afín, preferentemente con posgrado de ciencias naturales, o experiencia probada en el área y en docencia mínima de 2 años. Ser una persona responsable, organizada, sistemática, comprometida con el aprendizaje significativo de las y los estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Ecología II
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ecología I
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Julio Lorda Solórzano Alejandra Ramos González Alfredo Francisco Yañez Montalvo
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje es de carácter obligatorio, se encuentra en la etapa disciplinaria y forma parte del área de conocimiento de Sistemas Socioecológicos, tiene el propósito de capacitar a las y los estudiantes en el análisis de los principios, técnicas y conceptos ecológicos en las escalas espaciales y temporales, haciendo uso de la bibliografía y estudios de ejemplos documentados, lo que les permite diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación a los impactos ambientales.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar diferentes parámetros a nivel de comunidades biológicas por medio del uso de información bibliográfica, datos generados en campo, para caracterizar procesos a nivel sin ecológico que permita evaluar temas relacionados con la conservación de los recursos naturales, con actitud crítica y objetiva.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluye las prácticas de taller, práctica de campo y un ensayo integrador donde se utilicen los datos de la práctica de campo y referentes teóricos.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Comprender y aplicar los fundamentos de ecología y sistemas socioecológicos, a través de enfoques multi, inter y transdisciplinarios, integrando distintos niveles de organización ecológica, gestión y manejo de recursos naturales, dinámicas sociales y conocimientos tradicionales, para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación a los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso profesional y social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia, Compromiso con la responsabilidad social e Inclusión.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción a las Comunidades Biológicas

Competencia

Examinar los fundamentos teóricos y prácticos esenciales de Ecología de Comunidades a través de la comprensión de definiciones teóricas, niveles de organización y características de las comunidades biológicas para identificar los factores que afectan a las comunidades con actitud analítica y pensamiento crítico.

Contenido

- 1.1. Introducción a la Ecología
- 1.2. Historia de la Ecología
- 1.3. Definición de Comunidades Biológicas
- 1.4. Características de las Comunidades
- 1.5. Niveles de Organización en Ecología

Duración

4 horas

Unidad II. Factores que afectan a las Comunidades

Competencia

Examinar los fundamentos teóricos y prácticos de Ecología de Comunidades a través del análisis de los factores históricos, regionales y locales que afectan a las comunidades biológicas para deducir los procesos sinecológicos con actitud analítica y pensamiento crítico.

Contenido

- 2.1. Factores Históricos
 - 2.1.1. Evolución de la Diversidad
 - 2.1.2. Variación Espacial en el Origen y Extinciones de Especies
- 2.2. Factores Regionales
 - 2.2.1. Teoría de la Biogeografía de Islas
 - 2.2.2. Dinámicas y Modelos de Metapoblaciones
 - 2.2.3. Teoría Neutra de Comunidades
- 2.3. Factores Locales
 - 2.3.1. Factores Físicos, Heterogeneidad Espacial
 - 2.3.2. Competencia inter-específica (Modelo Lotka Volterra y Modelo Recurso Consumidor)
 - 2.3.3. Teoría de Nichos
 - 2.3.4. Perturbaciones Físicas
 - 2.3.5. Depredación, Estructuras Tróficas
 - 2.3.6. Interacciones Inter-específicas Positivas
 - 2.3.7. Redes Ecológicas

Duración

24 horas

Unidad III. Dinámicas de Comunidades

Competencia

Examinar los fundamentos teóricos y prácticos de la sucesión ecológica a través del análisis de los factores alogénicos y autogénicos que afectan a las comunidades biológicas para comprender su estabilidad, resistencia y resiliencia con actitud analítica y pensamiento crítico.

Contenido

- 3.1. Cambios Alogénicos
- 3.2. Cambios Autogénicos
- 3.3. Estabilidad
- 3.4. Resistencia y Resiliencia

Duración

4 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Introducción a las Comunidades Biológicas

Práctica 1: La alteración humana de la Tierra

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Lee y analiza los artículos científicos proporcionados
2. Redacta un resumen de los artículos científicos sobre la alteración humana de la Tierra.
3. Discute los artículos científicos con el resto del grupo
4. Recibe retroalimentación grupal y docente

Recursos de apoyo

- Artículos científicos sobre la alteración humana de la Tierra
- Computadora

Práctica 2: Niveles de Organización en Ecología (Escala)

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Lee y analiza los artículos científicos proporcionados
2. Redacta un resumen de los artículos científicos sobre escalas ecológicas.
3. Discute de los artículos científicos
4. Recibe retroalimentación grupal y docente

Recursos de apoyo

- Artículos científicos sobre escalas ecológicas
- Computadora

Práctica 3: Diversidad

Duración

8 horas

Procedimiento

1. Recibe archivos con información para realizar la práctica
2. Calcula los índices de diversidad
3. Grafica las abundancias de especies
4. Grafica el número de especies por categorías de abundancia de Preston
5. Grafica las curvas área-especie
6. Lee y analiza los artículos científicos proporcionados sobre Diversidad Biológica
7. Redacta un resumen de los artículos científicos
8. Discute de los artículos científicos con el resto del grupo
9. Recibe retroalimentación grupal y docente

Recursos de apoyo

- Archivos con información para realizar la práctica
- Artículos científicos sobre Diversidad Biológica
- Computadora

Unidad II. Factores que afectan a las Comunidades

Práctica 4: Factores históricos

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Lee y analiza los artículos científicos proporcionados
2. Redacta un resumen de los artículos científicos sobre Evolución de la Diversidad
3. Discute de los artículos científicos con el resto del grupo
4. Recibe retroalimentación grupal y docente

Recursos de apoyo

- Artículos científicos sobre Evolución de la Diversidad
- Computadora

Práctica 5: Teoría de Biogeografía de Islas

Duración

8 horas

Procedimiento

1. Lee y analiza los capítulos del libro proporcionados sobre la Teoría de Biogeografía de Islas
2. Redacta un resumen de los capítulos del libro
3. Discute de los capítulos del libro con el resto del grupo
4. Recibe retroalimentación grupal y docente

Recursos de apoyo

- Capítulos del libro sobre la Teoría de Biogeografía de Islas
- Computadora

Práctica 6: La Teoría Neutral Unificada de la Biodiversidad y la Biogeografía

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Lee y analiza los artículos científicos proporcionados sobre La Teoría Neutral Unificada de la Biodiversidad y la Biogeografía
2. Redacta un resumen de los artículos científicos
3. Discute de los artículos científicos con el resto del grupo
4. Recibe retroalimentación grupal y docente

Recursos de apoyo

- Artículos científicos sobre La Teoría Neutral Unificada de la Biodiversidad y la Biogeografía
- Computadora

Práctica 7: Rangos de Especies

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Lee y analiza el artículo científico proporcionado sobre la hipótesis SIASH
2. Redacta un resumen del artículo científico
3. Discute el artículo científico con el resto del grupo
4. Recibe retroalimentación grupal y docente

Recursos de apoyo

- Artículo científico sobre la hipótesis SIASH
- Computadora

Práctica 8: Depredación

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Lee y analiza los artículos científicos proporcionados sobre Depredación
2. Redacta un resumen de los artículos científicos
3. Discute de los artículos científicos con el resto del grupo
4. Recibe retroalimentación grupal y docente

Recursos de apoyo

- Artículos científicos sobre Depredación
- Computadora

Práctica 9: Interacciones Inter-específicas Positivas

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Ve y analiza el video proporcionado sobre Interacciones Inter-específicas Positivas
2. Redacta un resumen del video
3. Discute el video con el resto del grupo
4. Recibe retroalimentación grupal y docente

Recursos de apoyo

- Video sobre Interacciones Inter-específicas Positivas
- Computadora

Unidad III: Dinámica de Comunidades

Práctica 10: Dinámica de Comunidades

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Lee y analiza los artículos científicos proporcionados sobre Dinámica de Comunidades
2. Redacta un resumen de los artículos científicos
3. Discute de los artículos científicos con el resto del grupo
4. Recibe retroalimentación grupal y docente

Recursos de apoyo

- Artículos científicos sobre Dinámica de Comunidades

- Computadora

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Práctica 1: Intermareal rocoso

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Visita la zona intermareal del campus Punta Morro
2. Escucha y atiende orientaciones docentes durante la práctica.
3. Observa con atención el entorno, las actividades que realizan.
4. Trabaja en equipo para realizar transectos en la zona intermareal
5. Utiliza cuadrantes para medir las abundancias de los organismos
6. Identifica a nivel de especie los organismos encontrados utilizando las guías de campo
7. Documenta la experiencia mediante fotos, dibujos o esquemas y/o registra en su cuaderno.
8. Elabora reporte o evidencia de la práctica de campo.

Recursos de apoyo

- Ropa cómoda
- Sombrero o cachucha
- Tenis o botas de neopreno que se puedan mojar
- Transectos
- Cuadrantes
- Guías taxonómicas
- Cámara fotográfica o teléfono celular con cámara

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Visitas a campo

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	50%
- Prácticas de taller	20%
- Práctica de campo	20%
- Portafolio	10%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Adler, P. B., HilleRisLambers, J., & Levine, J. M. (2007). A niche for neutrality. *Ecology Letters*, 10(2), 95–104. [classic]
- Almany, G. R., & Webster, M. S. (2004). Odd species out as predators reduce diversity of coral-reef fishes. *Ecology*, 85(11), 2933–2937. [classic]
- Benton, M. J. (1997). Models for the diversification of life. In *Trends in Ecology and Evolution* (Vol. 12, Issue 12, pp. 490–495). [classic]
- Dunne, J. A., Lafferty, K. D., Dobson, A. P., Hechinger, R. F., Kuris, A. M., Martinez, N. D., McLaughlin, J. P., Mouritsen, K. N., Poulin, R., Reise, K., Stouffer, D. B., Thieltges, D. W., Williams, R. J., & Zander, C. D. (2013). Parasites Affect Food Web Structure Primarily through Increased Diversity and Complexity. *PLoS Biology*, 11(6). [classic]
- Lafferty, K. D. (2004). Fishing for lobsters indirectly increases epidemics in sea urchins. *Ecological Applications*, 14(5), 1566–1573. [classic]
- Louthan, A. M., Doak, D. F., & Angert, A. L. (2015). Where and When do Species Interactions Set Range Limits? *Trends in Ecology and Evolution*, 30(12), 780–792.

- Morin, P. J. (2011). *Community ecology* / (2nd ed.). Wiley-Blackwell. [classic]
- Palma, A. (2010). ¿Nicho, Teoría Neutral, O Una Alternativa Emergente? *Ecología Austral*, 20(1), 63–69. [clásica]
- Princé, K., & Zuckerberg, B. (2015). Climate change in our backyards: The reshuffling of North America's winter bird communities. *Global Change Biology*, 21(2), 572–585. [classic]
- Purvis, A., & Hector, A. (2000). Getting the measure of biodiversity. In *Nature* (Vol. 405, Issue 6783, pp. 212–219). [classic]
- Quammen David. (1996). *The Song of the Dodo: Island Biogeography in an Age of Extinctions*. Scribner. [classic]
- Rhode R.A. & Muller, R. A. (2005). Cycles in fossil diversity. *Nature*, 434(7030), 208–210. [classic]
- Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Galetti, M., Alamgir, M., Crist, E., Mahmoud, M. I., & Laurance, W. F. (2017). World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice | BioScience | Oxford Academic. *Academic.Oup.Com*, XX(X), 1–3. [classic]
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277(5325), 494–499. [classic]
- Wiens, J. A. (1989). Spatial Scaling in Ecology. *Functional Ecology*, 3(4), 385. [classic]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Lorda, J. (s.f.). *Ecología de Comunidades*. Temario. <https://juliolorda.org/ecologia-de-comunidades-2/>
- Simard, S. (2016). *How trees talk to each other*. TED. June. https://www.ted.com/talks/suzanne_simard_how_trees_talk_to_each_other

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología o áreas afines. De preferencia con posgrado y/o especialidad en Ecología. Debe tener experiencia docente mínima de 2 años. Ser responsable, que fomente el trabajo en equipo y el pensamiento crítico, ser una persona organizada, tolerante y empática.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Genética de Poblaciones y Cuantitativa
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 03 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Genética Molecular
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Angélica Colín Martínez Carlos Alberto Flores López
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proporcionar una fundamentación sólida, teórica y práctica, sobre la transmisión y dinámica de la información genética en organismos diploides con reproducción sexual, en el nivel de familias y poblaciones. Con base en ello, el estudiantado será capaz de analizar, sintetizar y evaluar rasgos cuantitativos y patrones de variación genética en poblaciones silvestres y cultivadas, aplicando criterios que contribuyan al manejo o conservación de organismos. Esta unidad de aprendizaje es de carácter obligatorio, perteneciente a la etapa disciplinaria del área de conocimiento de biología molecular, y requiere como antecedente la asignatura de Genética Molecular. En su desarrollo se fomenta una actitud crítica, responsabilidad social y compromiso con la conservación de la biodiversidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar los principios de la genética cuantitativa y de poblaciones mediante el uso de herramientas teóricas, estadísticas y moleculares, para proponer y aplicar soluciones a problemas reales en organismos silvestres, domésticos y humanos, con responsabilidad social y rigurosidad científica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que contenga reportes de prácticas con discusión y conclusiones de los ejercicios realizados, desarrollo y solución de problemas seleccionados para las clases y ensayos de artículos especializados.

Presentación de un seminario de investigación relacionado con alguna temática en particular del contenido del curso.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social, Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. De la mutación molecular a la variación poblacional

Competencia

Explicar la relación entre mutaciones, variación genética y diversidad poblacional mediante la identificación de diferentes tipos de marcadores moleculares, para comprender la base genética de la variación con actitud crítica, rigor científico y responsabilidad social.

Contenido

- 1.1. La mutación como fuente primaria de variación genética
- 1.2. Tipos de mutaciones y su relevancia en poblaciones
- 1.3. Variación a nivel de ADN y proteínas: SNPs, microsatélites, variaciones en el número de copias
- 1.4. Herramientas moleculares para detectar variación genética
 - 1.4.1. PCR
 - 1.4.2. Secuenciación
 - 1.4.3. Marcadores moleculares
- 1.5. Medidas de variación y distancia genéticas
- 1.6. Patrones de variación

Duración

6 horas

Unidad II. Genética Cuantitativa

Competencia

Analizar los componentes genéticos y ambientales de los caracteres cuantitativos mediante el uso de modelos estadísticos y conceptuales, para estimar parámetros de heredabilidad y variación con rigor científico, constancia y objetividad.

Contenido

- 2.1. Caracteres cualitativos y cuantitativos
- 2.2. Modelos de acción génica: aditiva, dominancia y epistasis en caracteres cuantitativos
- 2.3. Variación genética y ambiental: componentes de la varianza
- 2.4. Medición de la variabilidad y la varianza
- 2.5. Heredabilidad: concepto, tipos y métodos de estimación
- 2.6. Introducción a los loci de caracteres cuantitativos (QTL)
 - 2.6.1. Ejemplos de genes con efectos mayores en fenotipos

2.6.2. Fundamento molecular de la variación en caracteres cuantitativos

Duración

10 horas

Unidad III. Genética de Poblaciones

Competencia

Evaluar los factores evolutivos que modifican la estructura genética de las poblaciones mediante el cálculo de frecuencias y parámetros genéticos, para interpretar patrones de variabilidad y diferenciación con pensamiento crítico y responsabilidad social.

Contenido

- 3.1. Teorema de Hardy–Weinberg: supuestos, modelos y aplicaciones
 - 3.1.1. Cálculo de frecuencias génicas y genotípica
- 3.2. Polimorfismo, heterocigosidad
- 3.3. Métodos para evaluar variabilidad genética.
- 3.4. Factores evolutivos que modifican el equilibrio
 - 3.4.1. Mutación
 - 3.4.2. Migración
 - 3.4.3. Selección
 - 3.4.4. Deriva genética
- 3.5. Estimación de parámetros poblacionales con marcadores moleculares
- 3.6. Endogamia y coancestría

Duración

12 horas

Unidad IV. Genética aplicada a la conservación y manejo de poblaciones

Competencia

Integrar los principios de la genética de poblaciones y cuantitativa a través del análisis de casos de conservación, domesticación y manejo, para proponer soluciones viables a problemas biológicos con responsabilidad social y rigurosidad científica.

Contenido

- 4.1. Selección artificial y mejoramiento genético
- 4.2. Tipos de cruzamientos y sus implicaciones genéticas
 - 4.2.1. Cruzas de distribución positiva y negativa
 - 4.2.2. Cruzas preferenciales
- 4.3. Endogamia: efectos biológicos y estimación de coeficientes

- 4.4. Tamaño poblacional efectivo y flujo génico
- 4.5. Relaciones interpoblacionales: estructura genética, diferenciación y flujo genético
- 4.6. Genética de la conservación
 - 4.6.1. Hibridación e introgresión
 - 4.6.2. Conservación de la diversidad genética intra- e interespecífica
 - 4.6.3. Casos de estudio en especies silvestres y domesticadas

Duración

4 horas

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. De la mutación molecular a la variación poblacional

Práctica 1: Estructura de un artículo científico y su aplicación en reportes de práctica

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la importancia de la escritura científica y la utilidad de los artículos como formato estandarizado de comunicación.
2. Revisa ejemplos de artículos científicos proporcionados por la docente y selecciona uno de interés personal dentro del área de genética, biología molecular o conservación.
3. Identifica en el artículo elegido cada una de sus secciones: título, resumen, introducción, materiales y métodos, resultados, discusión, conclusiones y referencias.
4. Analiza el estilo de redacción de cada sección, señalando fortalezas y debilidades en el uso de la evidencia, la claridad de los argumentos y el manejo de citas.
5. Discute en equipo las observaciones y redacta un breve análisis crítico de la estructura y calidad del artículo revisado.
6. Revisa el formato sugerido por la docente para los reportes de práctica, basado en la estructura de un artículo científico.
7. Adapta este formato a tu contexto, integrando una plantilla inicial que sirva para entregar tus próximos reportes de prácticas en el curso.
8. Entrega en forma digital un análisis crítico del artículo seleccionado y el formato/plantilla del reporte de práctica en versión preliminar.

Recursos de apoyo

- Computadora o laptop
- Acceso a internet
- Plataforma de acceso a artículos científicos (Google Scholar, PubMed, Scopus o similares)
- Software de citación (Mendeley, Zotero, EndNote u otro)
- Editor de texto (Word, Google Docs o equivalente)
- Ejemplos de artículos científicos proporcionados por la docente
- Plantilla de reporte en formato de artículo científico

Práctica 2: El azar de las mutaciones: modelando cambios con dados

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los diferentes tipos de mutaciones y su relevancia en la evolución.
2. Forma equipos de 3–4 personas y recibe dados de seis caras que representarán alelos en la población.
3. Define un esquema de mutación: por ejemplo, si el dado marca 1, el alelo muta a una nueva variante; si marca 2–6, el alelo permanece sin cambios.
4. Lanza los dados para simular una población inicial de 50 alelos.
5. Registra la frecuencia de mutantes en la primera generación.
6. Repite el procedimiento durante al menos 5 generaciones, contabilizando los cambios acumulados.
7. Ajusta la probabilidad de mutación (por ejemplo: ahora muta con 1 o 2 en el dado) y repite la simulación.
8. Gráfica los resultados y compara cómo cambia la tasa de mutación con diferentes probabilidades.
9. Discute las implicaciones de tasas altas vs. bajas de mutación en poblaciones naturales.
10. Entrega un informe digital que incluya una tabla con frecuencias generacionales, gráficas comparativas y una discusión sobre cómo el azar influye en la aparición de mutaciones.

Recursos de apoyo

- Dados de seis caras (mínimo 1 por estudiante)
- Hojas de registro de datos
- Calculadora
- Software de gráficas (Excel, Sheets, R)
- Esquema de tipos de mutaciones proporcionado por la docente

Práctica 3: Discusión de un artículo científico sobre mutación y variación genética en poblaciones

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre cómo realizar la lectura crítica de un artículo científico.
2. Recibe el artículo seleccionado: *“Genetic variation and population structure revealed by genome-wide SNP markers in wild and cultivated rice”* (Wang et al., 2023, *Frontiers in Plant Science*).
3. Forma equipos de 3–4 personas y realiza las siguientes actividades:
 - Identifica qué tipo de variación genética estudia el artículo (SNPs, microsatélites u otras).
 - Explica la relevancia de esa variación para la evolución y adaptación de la especie analizada.
 - Analiza qué herramientas moleculares fueron utilizadas para detectar la variación (ej. PCR, secuenciación de nueva generación, marcadores moleculares).
 - Describe qué patrones de variación se identificaron entre poblaciones (ej. diferenciación, flujo génico, estructura poblacional).
 - Reflexiona sobre aplicaciones prácticas del conocimiento generado (mejoramiento, conservación, manejo de recursos genéticos).
4. Elabora en equipo un esquema o mapa conceptual con los puntos clave del artículo.
5. Participa en una mesa de discusión donde cada equipo presenta sus hallazgos y se comparan las conclusiones.
6. Entrega un resumen individual físico o digital con 1) síntesis del artículo y 2) reflexión personal sobre la importancia de estudiar mutaciones y variación genética en poblaciones.

Recursos de apoyo

- Artículo: *“Genetic variation and population structure revealed by genome-wide SNP markers in wild and cultivated rice”* (Wang et al., 2023, *Frontiers in Plant Science*)
- Computadora con acceso a internet
- Plantilla de guía de lectura crítica
- Software de edición de texto o presentaciones

Práctica 4: Extracción de ADN y visualización de variación genética

Duración

6 horas

Procedimiento

Sesión 1

1. Atiende las orientaciones de bioseguridad dadas por el docente antes de iniciar la práctica.
2. Prepara las muestras vegetales o animales sencillas (ejemplo: hojas de espinaca, fresa, cebolla, o células bucales).
3. Sigue paso a paso el protocolo del kit de extracción de ADN indicado por el docente (ejemplo: columnas de sílica, perlas magnéticas u otro método del kit).

- Homogeneiza la muestra siguiendo las instrucciones del kit.
- Lisis celular con los reactivos proporcionados.
- Fijación del ADN a la matriz (columna o perlas).
- Lavados sucesivos para eliminar impurezas.
- Elución final del ADN en buffer o agua libre de nucleasas.

4. Transfiere el ADN extraído a tubos limpios y almacénalo en hielo o congelador hasta la siguiente sesión.
5. Registra en tu cuaderno las observaciones sobre el rendimiento esperado y la claridad de la solución de ADN.

Sesión 2

6. Atiende la explicación docente sobre electroforesis en gel como técnica para detectar diferencias de tamaño en fragmentos de ADN.
7. Prepara un gel de agarosa al 1% con SYBR Safe.
8. Carga las muestras de ADN extraído en los pocillos, junto con un marcador de peso molecular.
9. Corre el gel aplicando corriente eléctrica a la cámara de electroforesis.
10. Observa los resultados bajo transiluminador UV/LED y documenta con fotografías.
11. Analiza cómo diferencias en las bandas pueden representar polimorfismos simples o variación en la calidad/cantidad de ADN.
12. Discute con tu equipo la relevancia de estas técnicas como base para detectar SNPs, microsatélites u otros marcadores moleculares en estudios poblacionales.
13. Entrega un reporte digital en formato IMRYD, que incluya fotografías del gel y discusión de las aplicaciones de la extracción y visualización de ADN en estudios de genética de poblaciones.

Recursos de apoyo

- Kit de extracción de ADN
- Material biológico: hojas de espinaca, fresa, cebolla, o hisopos para células bucales
- Equipo: micropipetas y puntas, tubos Eppendorf, centrífuga de mesa compatible con columnas del kit
- Cámara de electroforesis, fuente de poder, gel de agarosa, colorante SYBR Safe
- Transiluminador UV
- Marcador de peso molecular (DNA ladder)
- Computadora o cuaderno para registro de resultados

Unidad II. Genética Cuantitativa

Práctica 5: Discusión de artículo científico: QTLs y caracteres cuantitativos en soya

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre cómo leer y analizar artículos científicos en genética cuantitativa.
2. Recibe el artículo “*Integrative QTL mapping and candidate gene analysis for main stem node number in soybean*” (Zha et al., 2025, BMC Plant Biology).
3. Forma equipos de 3–4 personas para la discusión.
4. Cada equipo identifica y discute los siguientes puntos del artículo:
 - Carácter cuantitativo estudiado: número de nodos en el tallo principal de la soya.
 - Metodología empleada: mapeo de QTL con SLAF-seq y validación con marcadores KASP.
 - Resultados principales: número y localización de QTLs detectados; genes candidatos asociados al rasgo.
 - Aplicaciones prácticas: cómo estos hallazgos pueden emplearse en el mejoramiento genético de soya.
 - Limitaciones del estudio: ¿qué retos técnicos, estadísticos o de aplicabilidad identifican?
5. Cada equipo prepara una tabla comparativa donde clasifique los QTLs según su efecto (grande, moderado, pequeño) y discuta qué implicaciones tienen en la selección de caracteres cuantitativos.
6. Participa en la mesa redonda grupal, donde cada equipo presenta sus hallazgos en 5–7 minutos.
7. Elabora y entrega un resumen individual físico o digital de 1 cuartilla donde se refleje:
 - Principales aprendizajes sobre QTLs.
 - Aplicaciones del estudio en otros organismos (plantas, animales, humanos).
 - Reflexión personal sobre la utilidad de los marcadores moleculares en genética cuantitativa.

Recursos de apoyo

- Artículo: *Integrative QTL mapping and candidate gene analysis for main stem node number in soybean* (Zha et al., 2025, BMC Plant Biology)
- Computadora con internet
- Plantilla de guía de lectura crítica
- Software de edición de texto/presentación (Word, PowerPoint, Google Docs/Slides)

Práctica 6: Variación fenotípica

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones del docente.
2. Se organiza en equipos de trabajo de 3-4 estudiantes
3. Recolecta en un transecto de 5 metros los caracoles unicornio triste presentes tanto del lado derecho del transecto como del lado izquierdo
4. Toma dos medidas de todos los individuos recolectados en el transecto: altura total (AM) y el diámetro mayor (DM).
3. Toma fotos de los individuos muestreados.
4. Observa si los individuos muestreados presentan bandas continuas o discontinuas y contabiliza la cantidad de bandas que presentan.
5. Identifica morfotipos (basados en coloración, tipos de bandeo, etc.) y contabiliza los mismos.
6. Manipula los organismos con una actitud respetuosa y devuelve los mismos al sitio donde se encontraron originalmente.
7. Realiza histogramas de frecuencia de la AM de los individuos muestreados, frecuencia del DM de los individuos muestreados y frecuencia del número de bandas de los individuos muestreados.
8. Calcula la media, la mediana, la moda, varianza y la desviación estándar, de los datos registrados.
9. Elabora en equipo un reporte de práctica digital en formato IMRYD que incluya discusión de resultados y conclusión.

Recursos de apoyo

- Cinta métrica, regla o bernier
- Transecto
- Bitácora
- Computadora o dispositivo para generación de gráficas y parámetros estadísticos
- Manual proporcionado por el profesor

Práctica 7: Discusión de artículo sobre heredabilidad y componentes de la varianza

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción del docente sobre el concepto de heredabilidad y su relevancia en el análisis de caracteres cuantitativos.
2. Lee de manera individual el artículo Hill, W.G. (2010). *Understanding and using quantitative genetic variation*. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 365(1537), 73–85. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0203>
3. Identifica en el texto las secciones clave: objetivo, métodos, resultados y discusión.
4. Discute en pequeños grupos los siguientes puntos:
 - ¿Cómo define el autor la heredabilidad y cuáles son sus limitaciones?
 - ¿Qué ejemplos de componentes de la varianza se presentan?

- ¿Qué implicaciones tienen para estudios en organismos silvestres y domesticados?
5. Prepara una síntesis grupal que resuma las conclusiones más relevantes del artículo y su relación con el contenido de la unidad.
 6. Entrega un breve reporte escrito que incluya la reflexión personal sobre la utilidad de la heredabilidad en estudios poblacionales.

Recursos de apoyo

- Artículo científico de Hill (2010)
- Computadora con acceso a internet y software lector de PDF
- Proyector/pizarrón para discusión grupal
- Cuaderno para notas y reporte

Unidad III. Genética de Poblaciones

Práctica 8: Aplicación del Teorema de Hardy–Weinberg en poblaciones simuladas

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación docente sobre los supuestos y aplicaciones del equilibrio de Hardy–Weinberg.
2. Trabaja en equipos con una simulación de poblaciones (puede ser con canicas de colores, cartas, o software de simulación).
3. Calcula frecuencias génicas y genotípicas a lo largo de varias generaciones simuladas.
4. Compara los resultados con los valores esperados según el modelo teórico.
5. Elabora un reporte en formato IMRYD con gráficas y conclusiones sobre el cumplimiento o violación de los supuestos.

Recursos de apoyo

- Canicas/cartas para simulación o acceso a un simulador online (ej. PopGen Fishbowl)
- Calculadora o software de hojas de cálculo

Práctica 9: Discusión de artículo sobre polimorfismo y heterocigosidad en poblaciones naturales

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Lee previamente el artículo asignado (ejemplo: "*Genetic diversity and population structure in threatened species: A review*" de Allendorf et al., 2022).

2. Identifica qué métodos de estimación de heterocigosidad se aplicaron y en qué organismos.
3. Discute en equipos las ventajas y limitaciones del uso de distintos marcadores moleculares.
4. Relaciona los hallazgos con la importancia del polimorfismo en conservación de especies.
5. Presenta una síntesis grupal y entrega un reporte individual en físico con reflexiones.

Recursos de apoyo

- Artículo científico proporcionado por el docente
- Computadora con acceso a gestor bibliográfico y editor de texto

Práctica 10: Evaluación de la variabilidad genética con software DNAsp

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción docente sobre estimadores de variabilidad genética: número de haplotipos, diversidad nucleotídica, heterocigosidad esperada.
2. Carga un dataset de secuencias de ADN en DNAsp (proporcionado por el docente).
3. Calcula parámetros básicos de diversidad genética.
4. Compara resultados entre diferentes poblaciones incluidas en el dataset.
5. Discute cómo la variabilidad genética detectada refleja los procesos evolutivos de la población.
6. Redacta un reporte en formato IMRYD con tablas y gráficas obtenidas del software.

Recursos de apoyo

- Software DNAsp instalado en laboratorio
- Dataset de secuencias FASTA proporcionado
- Manual de análisis de variabilidad genética

Unidad IV. Genética aplicada a la conservación y manejo de poblaciones

Práctica 11: Estimación de tamaño poblacional efectivo (N_e) y flujo génico

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación sobre el concepto de tamaño poblacional efectivo (N_e).
2. Usa un dataset genético (microsatélites o SNPs) en Arlequin.
3. Calcula valores de N_e bajo distintos modelos.
4. Estima niveles de flujo génico entre subpoblaciones.
5. Interpreta los resultados en función de aislamiento poblacional o conectividad.
6. Entrega un reporte en formato IMRYD con tablas de resultados y gráficas de diferenciación (F_{st} , N_m).

Recursos de apoyo

- Software Arlequin
- Dataset de marcadores moleculares
- Computadora con acceso a manual de análisis

Práctica 12: Discusión de artículo sobre genética de la conservación

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Lee previamente el artículo asignado (ejemplo sugerido: *Frankham, R. et al. 2023. "Genetic management of fragmented populations for conservation"*).
2. En equipos, identifica los principales problemas genéticos en especies silvestres y las soluciones propuestas.
3. Discute casos de hibridación, introgresión y pérdida de diversidad genética.
4. Relaciona los hallazgos con ejemplos locales o regionales conocidos por el grupo.
5. Elabora un reporte grupal con las principales conclusiones y relevancia para la conservación.

Recursos de apoyo

- Artículo científico asignado
- Computadora e internet para consultar bases de datos
- Proyector para discusión grupal

Práctica 13: Construcción de redes haplotípicas con PopArt

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción sobre redes haplotípicas y su importancia en genética de poblaciones.
2. Descarga un dataset de secuencias (ej. poblaciones de peces o plantas nativas).
3. Importa los datos a PopArt y construye redes haplotípicas básicas.
4. Interpreta los patrones de relación entre haplotipos (expansión poblacional, cuellos de botella, aislamiento).
5. Relaciona los resultados con implicaciones para la conservación y manejo.
6. Redacta un reporte en formato IMRYD con la red generada y su interpretación biológica.

Recursos de apoyo

- Software PopArt instalado
- Dataset de secuencias FASTA
- Manual breve de análisis haplotípico

Práctica 14: Seminario colaborativo

Duración

6 horas

Procedimiento

Sesión 1

1. En equipos de 3 a 4 estudiantes, seleccionen un artículo científico relacionado con alguno de los temas del curso.
2. Revisen y discutan colectivamente el artículo, identificando:
 - Contexto y relevancia del estudio.
 - Objetivos e hipótesis.
 - Metodología utilizada.
 - Resultados principales.
 - Implicaciones para la genética
3. Elaboren un esquema de presentación (diapositivas, infografías, póster digital, etc.) donde se sintetice el contenido del artículo.
4. Preparar preguntas de discusión para los demás equipos.

Sesión 2

5. Cada equipo presenta su seminario (15 minutos de exposición).
6. Los equipos restantes realizan preguntas y comentarios.
7. El docente modera la discusión, vinculando los artículos con los temas del curso.
8. Se cierran las presentaciones con una reflexión general sobre la importancia de la investigación científica para comprender la variación genética y sus aplicaciones.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet
- Acceso a bases de datos científicas (Google Scholar, PubMed, Scopus)
- Software de presentaciones (PowerPoint, Google Slides, Canva)
- Proyector y bocinas
- Guía de lectura crítica de artículos (suministrada por el docente)

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Lecturas de comprensión
- Grupos de discusión
- Resolución de problemas
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Seminarios
- Mapas mentales
- Cuadros comparativos

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales.....	50%
- Portafolio de evidencias de taller.....	25%
- Seminario de investigación.....	15%
- Discusión de artículos.....	10%
Total.....	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Hartl, D. L. y Clark, A. G. (2007). *Principles of Population Genetics*. Sinauer Associates.
[clásica]

Hedrick, P. W. (2011). *Genetics of Populations*. Jones & Bartlett. [clásica]

Lynch, M. y Walsh, B. (1998). *Genetics and Analysis of Quantitative Traits*. Sinauer Associates.[clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Allendorf, F. W., Luikart, G., y Aitken, S. N. (2013). *Conservation and the Genetics of Populations*. Wiley-Blackwell. [clásica]

Caballero, A. (2020). *Quantitative genetics*. Cambridge University Press.

Falconer, D. S. y Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*. Longman.
[clásica]

Manuales y tutoriales de software (GenAlEx, Mega, DNAsp, Arlequin, Network).

National Center for Biotechnology Information. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Templeton, A. R. (2021). *Population genetics and microevolutionary theory*. John Wiley & Sons.

Weinreich, D. M. (2023). *The foundations of population genetics*. MIT Press.

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, o área afín, preferentemente con posgrado en Ciencias, Biología Molecular o Biotecnología y deseable experiencia Postdoctoral, experiencia en el área de Genética de Poblaciones y Cuantitativa, en investigación y con experiencia docente mínima de un año. Responsable, que fomente el trabajo en equipo y el pensamiento crítico, organizado, respetuoso, tolerante y paciente.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Bioética
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Rosa Ana De Luca Zuria Alejandra Ramos González Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas Maria Evarista Arellano García
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Bioética es fundamental en la formación disciplinaria porque permite comprender la dimensión ética que atraviesa la biología, la investigación científica y nuestra relación con la naturaleza, ofreciendo herramientas para analizar críticamente los dilemas contemporáneos de la vida, la salud, la tecnología y el medio ambiente. Su utilidad radica en que cada estudiante adquiere actitudes de responsabilidad, empatía y reflexión ética, desarrolla habilidades para argumentar y evaluar decisiones morales en contextos científicos y sociales, y consolida conocimientos sobre dignidad, autonomía, justicia, derechos humanos y derechos de la naturaleza. Esta asignatura forma parte de la etapa disciplinaria del plan de estudios, con carácter optativo, se integra como un espacio clave para fortalecer una formación profesional crítica, ética y comprometida con los desafíos del mundo contemporáneo.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los marcos éticos que orientan la reflexión bioética, incluido el utilitarismo, la deontología, la ética del cuidado y la justicia, mediante el uso de herramientas conceptuales y metodológicas que permitan interpretar dilemas contemporáneos relacionados con la vida, la ciencia, la sociedad y la naturaleza, con el propósito de tomar decisiones fundamentadas que promuevan la dignidad, la responsabilidad y el respeto hacia las personas y hacia los demás seres más-que-humanos con quienes compartimos el mundo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Ensayo individual de análisis ético sobre un dilema contemporáneo.

Portafolio individual de reflexiones éticas basadas en casos reales revisados durante el curso.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento crítico, inclusión y compromiso con la responsabilidad social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos de la ética y marcos analíticos

Competencia de la unidad

Analizar los fundamentos filosóficos de la ética y los principales marcos teóricos, incluyendo la deontología, utilitarismo la ética del cuidado y justicia, mediante el estudio comparado de sus principios y aplicaciones, para interpretar dilemas morales vinculados con la vida, la ciencia y la sociedad, con actitud reflexiva, respeto por la dignidad humana y compromiso con la justicia.

Contenido

- 1.1. Ética y moral en la tradición filosófica
- 1.2. Diferencias entre ética normativa, descriptiva y aplicada
- 1.3. Principales corrientes éticas: deontología, utilitarismo, ética del cuidado
- 1.4. Principios de los derechos humanos y más que humanos: dignidad, libertad, dignidad y responsabilidad

Duración

4 horas

UNIDAD II. Ética en la investigación científica

Competencia de la unidad

Analizar la dimensión ética de la investigación científica mediante el estudio de casos históricos y debates contemporáneos sobre objetividad, responsabilidad y sesgos en la producción del conocimiento, para reconocer los límites morales y las implicaciones sociales de la práctica científica, con honestidad, rigor intelectual y responsabilidad profesional.

Contenido

- 2.1. Dimensión ética de la investigación científica
- 2.2. Responsabilidades de la biología frente a dilemas actuales
- 2.3. Integridad científica y vida universitaria
- 2.4. Plagio, autoría y manejo responsable de datos
- 2.5. Objetividad y neutralidad en la ciencia, poder, intereses y sesgos
- 2.6. Casos históricos y dilemas éticos en investigación con seres humanos
- 2.7. Ética en la investigación con animales
- 2.8. Ética en la investigación con plantas

Duración

10 horas

UNIDAD III. Bioética, derechos y justicia

Competencia de la unidad

Interpretar los dilemas bioéticos relacionados con la salud, la medicina y los derechos reproductivos mediante el análisis de marcos éticos, legales y sociales, para valorar la

importancia de la autonomía, la equidad y la justicia en las decisiones que afectan el cuerpo y la vida, con empatía, respeto a la diversidad y compromiso con la dignidad humana.

Contenido

- 3.1. Bioética, medicina y justicia social
- 3.2. Desigualdades en salud: racismo, clasismo y género
- 3.3. Tecnologías de modificación genética aplicadas al cuerpo
- 3.4. Control de cuerpos y políticas reproductivas: pronatalismo, antinatalismo y salud global
- 3.5. Dignidad y autonomía frente a la eutanasia y el suicidio asistido

Duración

8 horas

UNIDAD IV. Bioética y justicia multiespecie

Competencia de la unidad

Analizar los dilemas éticos que surgen en la relación entre seres humanos y demás formas de vida mediante el estudio de principios de sustentabilidad, bienestar animal, derechos de la naturaleza y ética de la interdependencia, para promover decisiones responsables frente a la crisis ecológica, con sensibilidad ecológica, sentido de cuidado y responsabilidad planetaria.

Contenido

- 4.1. Bioética y sustentabilidad
 - 4.1.1. Cambio climático y justicia climática
 - 4.1.2. Pérdida de biodiversidad y dilemas de conservación
 - 4.1.3. Relación ser humano–naturaleza: ética de la interdependencia y la reciprocidad
- 4.2. Bioética y vida más-que-humana
 - 4.2.1. Derechos animales y derechos de la naturaleza
 - 4.2.2. Bienestar animal
 - 4.2.3. Principios éticos en la investigación con animales
 - 4.2.4. La sintiencia
 - 4.2.5. Valor intrínseco de la naturaleza y dignidad de lo más-que-humano
- 4.3. Ética e inteligencia artificial
 - 4.3.1. Impacto social y económico
 - 4.3.2. Impacto ambiental
 - 4.3.3. Impacto en la vida humana

Duración

10 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos de la ética y marcos analíticos

Práctica 1: Análisis ético de un caso real de experimentación en humanos

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Revisa el caso asignado sobre experimentación en personas (por ejemplo, el estudio de Tuskegee, Henrietta Lacks)
3. Identifica qué actores intervienen y qué decisiones morales se tomaron
4. Ubica los daños, beneficios, omisiones y desigualdades presentes
5. Analiza el caso con dos marcos éticos (por ejemplo, utilitarismo y deontología)
6. Contrasta los resultados de ambos análisis
7. Describe qué principios éticos se vulneraron
8. Escribe una conclusión argumentada
9. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

Unidad II. Ética en la investigación científica

Práctica 2: Integridad científica: autoría, plagio y manejo de datos

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Atiende la explicación sobre malas prácticas científicas
3. Analiza un caso corto (fabricación de datos, autoría injusta, plagio académico)
4. Identifica qué principios se violan
5. Describe las consecuencias para la ciencia y la sociedad
6. Analiza el caso a partir del código de ética de la UABC
Redacta una reflexión para el portafolio
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

Unidad II. Ética en la investigación científica

Práctica 3: Objetividad científica: análisis ético de sesgos y conflictos de interés en la biología

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Revisa un caso de sesgo o conflicto de interés en la biología o la medicina
3. Identifica qué tipo de sesgo afectó la producción del conocimiento
4. Analiza cómo ese sesgo modificó resultados, interpretaciones o decisiones
5. Evalúa las consecuencias éticas y sociales
6. Propón medidas para evitar ese tipo de sesgos en investigaciones futuras
7. Escribe las conclusiones en el portafolio
8. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

Unidad II. Ética en la investigación científica

Práctica 4: Ética en la investigación con animales: principios, límites y dilemas reales

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Revisa brevemente un caso real sobre investigación con animales
3. Reescribe los procedimientos aplicados y los posibles sufrimientos o riesgos para los animales
4. Ubica qué principios éticos están en juego
5. Analiza qué decisiones éticas debieron tomarse y si existían alternativas
6. Argumenta si cada caso cumple o no con estándares éticos mínimos
7. Escribe una reflexión personal para el portafolio
8. Recibe retroalimentación de su docente

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

Unidad II. Ética en la investigación científica

Práctica 5: Ética con plantas: biopiratería y conocimiento tradicional

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Revisa un caso breve (ayahuasca, neem, tepezcohuite o maíz nativo)
3. Describe la relación entre conocimiento indígena y ciencia
4. Identifica los daños éticos y las apropiaciones injustas
5. Analiza el caso con conceptos de justicia epistémica
6. Explica qué implicaría un uso responsable
7. Redacta una reflexión argumentada para el portafolio
8. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

UNIDAD III. Bioética, derechos y justicia

Práctica 6: Justicia en la biomedicina: acceso desigual a la salud

Duración

2 horas

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Revisa un caso real de desigualdad en acceso a la salud
3. Identifica qué poblaciones resultan más afectadas y por qué
4. Describe qué principios éticos están involucrados: justicia, equidad, autonomía
5. Analiza cómo influyen el racismo, clasismo o desigualdad de género
6. Propón alternativas éticas desde la biología y la salud pública para reducir la injusticia
7. Redacta una reflexión para el portafolio

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

UNIDAD III. Bioética, derechos y justicia

Práctica 7: Control de cuerpos: análisis ético de una política reproductiva

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Revisa un caso de control reproductivo
3. Identifica los actores que regulan el cuerpo y su autonomía
4. Describe las consecuencias éticas y sociales
5. Analiza el caso con dos marcos éticos estudiados en clase
6. Redacta tus conclusiones para el portafolio
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

UNIDAD III. Bioética, derechos y justicia**Práctica 8: Eutanasia y autonomía: deliberación ética sobre decisiones al final de la vida****Duración**

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Revisa un caso real de eutanasia o suicidio asistido (por ejemplo, casos emblemáticos de Canadá, Colombia o Bélgica)
3. Identifica el dilema central y los valores en conflicto
4. Analiza el caso desde la autonomía, dignidad y justicia
5. Argumenta tu postura ética, fundamentada en marcos estudiados
6. Redacta la reflexión final para el portafolio
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

UNIDAD IV. Bioética y justicia multiespecie**Práctica 9: Ética y bienestar animal: análisis de un caso de animales utilizados para la producción**

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Revisa un caso real sobre el uso de animales en sistemas de producción
3. Identifica las características biológicas y comportamentales del animal elegido que pueden generar sufrimiento, estrés o deterioro del bienestar
4. Describe los dilemas éticos que surgen en este uso
5. Analiza el caso utilizando criterios de bienestar animal y los principios estudiados en clase sobre justicia hacia la vida más-que-humana.
6. Redacta una reflexión argumentada para incorporarla a tu portafolio.
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

UNIDAD IV. Bioética, derechos y justicia**Práctica 10: Derechos de la naturaleza: análisis de un caso emblemático****Duración**

2 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Revisa un caso real donde la naturaleza fue reconocida como sujeto de derechos (río Atrato, río Whanganui, lago Erie, o especies emblemáticas).
3. Identifica qué derechos se otorgaron y cuáles fueron las razones.
4. Describe quiénes actúan como guardianes o representantes legales.
5. Analiza qué cambia en la ética y en la práctica ecológica cuando la naturaleza tiene derechos.
6. Propón un caso hipotético local donde estos derechos serían relevantes.
7. Escribe tu reflexión para el portafolio.
8. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

UNIDAD IV. Bioética y justicia multiespecie**Práctica 11: Ética climática: análisis multiespecie de un evento extremo**

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Revisa un caso real de ola de calor, inundación o incendio forestal.
3. Identifica impactos sobre seres humanos y sobre animales silvestres y domesticados.
Describe qué decisiones éticas debieron tomarse para proteger vidas humanas y no humanas.
4. Analiza el caso desde la justicia climática y la interdependencia ecológica.
5. Propón medidas éticas de prevención y adaptación.
6. Redacta tu reflexión para el portafolio.
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

UNIDAD IV. Bioética y justicia multiespecie**Práctica 12: Inteligencia artificial y sus impactos sociales y ecológicos****Duración**

4 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Revisa un caso reciente donde una IA haya generado efectos sobre sistemas naturales o sobre el trabajo humano involucrado en su desarrollo
3. Identifica cómo esta tecnología influye en elementos esenciales para la vida, c
4. Describe los riesgos éticos que se observan en el caso, incluyendo posibles afectaciones sociales y ambientales
5. Redacta tu reflexión final para el portafolio, fundamentada en los principios analizados en clase
6. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Computadora personal o laptop con acceso a internet
- Formato de estudio de caso ético

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Se emplean estrategias que favorecen la reflexión crítica, la comprensión de dilemas éticos y el análisis situado de casos reales. Entre ellas se consideran:
- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategias de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de soluciones a casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de mapas mentales
- Elaboración de mapas conceptuales
- Cuadros comparativos

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Evaluaciones parciales	20%
Ensayo individual de análisis ético sobre un dilema contemporáneo	30%
Portafolio individual de reflexiones éticas basado en casos reales revisados en clase	50%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Busquets, E. (2019). *Ética del cuidado en ciencias de la salud: A partir de la lectura de la muerte de Iván Ilich de Lev Tolstói*. Herder.
- Cortina, A. (2024). *¿Ética o ideología de la inteligencia artificial? El eclipse de la razón comunicativa en una sociedad tecnologizada*. Paidós.
- Escobar, G. (2000). *Ética*. McGraw-Hill.
- Kant, I. (2011). *¿Qué es la Ilustración y otros escritos de ética, política y filosofía de la historia* (R. R. Aramayo, Ed.). Alianza.
- Koepsell, D. R., y Ruiz de Chávez, M. H. (2015). *Ética de la investigación: Integridad científica*. CONACyT.
- Martínez, H., y Martínez de Jesús, C. H. (2020). *Ética II*. Cengage.
- Münch, L. (2024). *Ética y valores*. Trillas.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Crawford, K. (2021). *Atlas of AI: Power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence*. Yale University Press.
- Kraus, A. (Coord.). (2021). *Bioética: Manifiesto por la Tierra*. Debate.
- Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: Breve historia del mañana*. Debate.
- Núñez, J., & Osorio, L. (2020). *Bioética y justicia ambiental: una introducción latinoamericana*. Universidad Nacional de Colombia.
- Nussbaum, M. (2022). *Justice for Animals: Our Collective Responsibility*. Simon & Schuster.
- Singer, P. (2011). *Practical Ethics* (3rd ed.). Cambridge University Press. [clásica]
- Rawls, J. (1999). *A theory of justice*. Harvard University Press.
- UNESCO. (2005). *Declaración universal sobre bioética y derechos humanos*. UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146180>

XII. PERFIL DOCENTE

Profesional de biología, ciencias naturales, ciencias sociales o humanidades con experiencia verificable en bioética, ética aplicada, filosofía o estudios sociales de la ciencia; se valora posgrado o trayectoria académica en temas éticos o socioambientales vinculados con la práctica científica. Debe dominar el análisis de dilemas éticos, la conducción de debates y el acompañamiento formativo con enfoque ético, social y epistemológico, además de demostrar claridad conceptual, sensibilidad ética y socioambiental, apertura interdisciplinaria, capacidad para impulsar pensamiento crítico, trato respetuoso y compromiso con la formación integral del estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Sistemas de Información Geográfica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 01 Horas Taller: 03 Horas Extra-clase: 01 Créditos:05
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Luis Carlos Hernández Salgado Gonzalo De León Girón
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proporcionar los elementos teóricos y metodológicos básicos para la representación, análisis e interpretación de la información espacial en el contexto de las ciencias biológicas. Se busca que el estudiantado desarrolle una comprensión integral de los principios cartográficos, así como de las herramientas fundamentales de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que le permitan analizar fenómenos y procesos ambientales desde una perspectiva espacial.

Asimismo, se promueve la adquisición de habilidades para la generación, manejo e integración de datos geográficos, orientadas a la elaboración de productos cartográficos y al análisis de patrones ecológicos y de distribución de la biodiversidad. La unidad articula componentes teóricos, prácticas de laboratorio y trabajo de campo, resaltando la relevancia de los SIG como herramientas clave en la investigación biológica, la conservación y la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales. Se ubica en la etapa disciplinaria, tiene carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento de Sistemas Socioecológicos.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar y aplicar los principios de la cartografía y los sistemas de información geográfica para analizar, interpretar y representar información espacial del medio natural y transformado, mediante el manejo de datos geográficos y la elaboración de productos cartográficos, con pensamiento crítico, responsabilidad y compromiso con el estudio y la conservación del entorno.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaboración y presentación de un proyecto final en el que el estudiantado integre el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y principios cartográficos para el análisis de un caso de estudio, mediante la generación de un producto cartográfico original (mapa), sustentado en datos geográficos referenciados y acompañado de una exposición oral individual o en equipo. Portafolio de evidencias que incluye las tareas, las prácticas de taller, y el reporte de práctica de campo.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia; Compromiso con la responsabilidad social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Definiciones, clasificación y componentes de la cartografía

Competencia

Reconocer y analizar la clasificación de los mapas y los componentes básicos de la cartografía, mediante la identificación y diferenciación de los tipos de representación gráfica, con la finalidad de interpretar su importancia en la descripción y análisis del medio natural y transformado, con responsabilidad.

Contenido

- 1.1. Clasificación e importancia de la cartografía
 - 1.1.1. Definiciones
 - 1.1.2. Clasificación general de los mapas
 - 1.1.3. Cartografía base (de referencia) y cartografía temática
 - 1.1.4. El mapeo como apoyo para el desarrollo económico, ambiental y territorial
- 1.2. Componentes y fundamentos de diseño
 - 1.2.1. Componentes de un mapa
 - 1.2.2. Principios de diseño cartográfico
 - 1.2.3. Guía para el diseño cartográfico

Duración

03 horas

Unidad II. Escalas y sistemas de referencia geográfica

Competencia

Aplicar los principios de la representación escalar y los sistemas de referencia geográfica, mediante el análisis de sus fundamentos y su uso en cartografía, con la finalidad de interpretar y representar fenómenos naturales y antropogénicos a diferentes escalas, con responsabilidad y rigor científico.

Contenido

- 2.1. Escalas
 - 2.1.1. Formas de representar la escala geográfica
 - 2.1.2. Cambios de escala
 - 2.1.3. Formas de obtener la escala
 - 2.1.4. La escala y sus efectos en la representación cartográfica
- 2.2. Sistemas de referencia geográfica

- 2.2.1. Dimensiones y figura de la Tierra (esferoide, geoide, datum)
- 2.2.2. Sistemas de coordenadas geográficas
 - 2.2.2.1. Latitud
 - 2.2.2.2. Longitud
- 2.2.3. Sistemas de coordenadas proyectadas (UTM)
- 2.2.4. Introducción a datums modernos y sistemas globales de referencia (ej. WGS84)

Duración

02 horas

Unidad III. Proyecciones y orientación

Competencia

Analizar y diferenciar los principios fundamentales de las proyecciones cartográficas y la orientación geográfica, mediante su relación con las deformaciones espaciales, para la correcta interpretación, comparación y uso de la cartografía en contextos biológicos y de campo, con responsabilidad.

Contenido

- 3.1. Proyecciones cartográficas
 - 3.1.1. Clasificación de las proyecciones: cilíndricas, cónicas y planas (azimutales)
 - 3.1.2. Tipos de deformación cartográfica (área, forma, distancia y dirección)
 - 3.1.3. Proyecciones de uso común en México (CCL, UTM, Mercator)
 - 3.1.4. Criterios para la selección de proyecciones según el tipo de análisis
- 3.2. Orientación geográfica
 - 3.2.1. Referencias naturales para la orientación
 - 3.2.2. Norte geográfico y norte magnético
 - 3.2.3. Implicaciones para el uso de la cartografía en trabajo de campo
 - 3.2.4. Introducción al Sistema de Posicionamiento Global (GPS/GNSS) y su relación con los sistemas de referencia

Duración

03 horas

Unidad IV. Mapa base, su construcción y diseño

Competencia

Aplicar las variables visuales y principios de la simbología cartográfica mediante la clasificación de la información espacial, para representar de manera adecuada procesos y fenómenos naturales y socioeconómicos en productos cartográficos, con responsabilidad y claridad comunicativa.

Contenido

- 4.1. Simbología y representación de la información geográfica
 - 4.1.1. Símbolo gráfico y variables visuales
 - 4.1.2. Datos cualitativos y cuantitativos
 - 4.1.3. Tipos de símbolos cartográficos
 - 4.1.4. Relación entre los datos y su representación gráfica
 - 4.1.5. Introducción a la simbología en entornos digitales (SIG)
- 4.1. Simbología y representación de la información geográfica
 - 4.1.1. Símbolo gráfico y variables visuales
 - 4.1.2. Datos cualitativos y cuantitativos
 - 4.1.3. Tipos de símbolos cartográficos
 - 4.1.4. Relación entre los datos y su representación gráfica
 - 4.1.5. Introducción a la simbología en entornos digitales (SIG)

Duración

03 horas

Unidad V. Introducción a los sistemas de información geográfica

Competencia

Aplicar los conceptos de representación geográfica en entornos digitales mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, para la visualización, análisis e interpretación de información espacial asociada a fenómenos del medio natural y transformado, con responsabilidad y rigor en el manejo de datos.

Contenido

- 5.1. Introducción y conceptos básicos de los Sistemas de Información Geográfica
 - 5.1.1. Definición y componentes de un SIG

- 5.1.2. Aplicaciones en biología y ciencias ambientales
- 5.2. Tipos de datos en SIG
 - 5.2.1. Datos vectoriales (puntos, líneas y polígonos)
 - 5.2.2. Datos ráster
 - 5.2.3. Bases de datos espaciales
 - 5.2.4. Modelos Digitales de Elevación (MDE)
- 5.3. Operaciones y funciones básicas de los SIG
 - 5.3.1. Visualización y manejo de capas
 - 5.3.2. Consulta y edición de atributos
 - 5.3.3. Análisis espacial básico
 - 5.3.4. Introducción a software SIG (ej. QGIS)

Duración

01 hora

Unidad VI. Análisis espacial de la biodiversidad

Competencia

Aplicar herramientas de análisis espacial mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica para evaluar patrones de distribución y diversidad de la biodiversidad, así como sus relaciones con variables ambientales, con la finalidad de generar e interpretar información útil para la investigación biológica y la toma de decisiones en conservación, con rigor científico y responsabilidad ambiental.

Contenido

- 6.1. Fundamentos del análisis espacial en biodiversidad
 - 6.1.1. Concepto de análisis espacial aplicado a la biología
 - 6.1.2. Datos biológicos georreferenciados (registros de ocurrencia)
 - 6.1.3. Fuentes de datos (colecciones científicas y bases de datos abiertas como GBIF)
- 6.2. Análisis de patrones de distribución y diversidad
 - 6.2.1. Mapas de distribución de especies
 - 6.2.2. Riqueza de especies y patrones espaciales
 - 6.2.3. Introducción a métricas de diversidad espacial
 - 6.2.4. Identificación de áreas prioritarias para la conservación

6.3. Modelado de la distribución de especies

6.3.1. Concepto de nicho ecológico y distribución potencial

6.3.2. Variables ambientales (climáticas, topográficas, cobertura del suelo)

6.3.3. Principios básicos del modelado (enfoques correlativos; introducción a herramientas como MaxEnt)

6.3.4. Interpretación y limitaciones de los modelos

6.4. Aplicaciones en investigación y conservación

6.4.1. Cambio climático y desplazamiento de especies

6.4.2. Fragmentación del hábitat

6.4.3. Aplicaciones en manejo y conservación de la biodiversidad

6.4.4. Integración de resultados en productos cartográficos

Duración

04 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Definiciones, clasificación y componentes de la cartografía

Práctica 1: Clasificación de los mapas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Descarga y descomprime los archivos de la práctica, y verifica la instalación del software QGIS en el equipo de trabajo.
3. Abre QGIS y carga las capas vectoriales proporcionadas (mapamundi, México, estados, municipios y Zona Económica Exclusiva) en sistema de referencia WGS84.
4. Organiza y visualiza las capas correctamente en el panel de trabajo, ajustando su orden y simbología básica para su adecuada representación.
5. Guarda el proyecto de trabajo y genera un diseño de impresión (layout), insertando el mapa principal de México.
6. Incorpora los elementos cartográficos esenciales: título, leyenda, escala, norte, sistema de referencia, marco, mapa de ubicación (mapamundi) y textos informativos.
7. Exporta el producto cartográfico final en formato imagen y lo entrega como evidencia de la práctica.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Google Earth
- Cartas geográficas de INEGI

Práctica 2: Componentes y conceptos de diseño de mapas.

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Analiza los elementos fundamentales del diseño cartográfico, identificando los componentes esenciales de un mapa (título, marco, simbología, escala, orientación y referencias).
2. Recupera los datos y capas generados en la práctica anterior para utilizarlos como base del nuevo producto cartográfico.
3. Diseña el mapa incorporando los elementos cartográficos obligatorios: título y subtítulo, marcos, datos personales, sistema de referencia, leyenda, referencias y mapa de ubicación.
4. Integra elementos de orientación y referencia espacial, incluyendo coordenadas, norte, escala gráfica y numérica, así como etiquetas de lugares relevantes.

5. Aplica principios de diseño visual, utilizando simbología adecuada, jerarquía visual y selección de colores acorde al tipo de información representada.
6. Genera una versión final del mapa, la exporta en formato imagen y la entrega como evidencia de la práctica.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Internet.
- Archivos electrónicos

Unidad II. Escalas y sistemas de referencia geográfica

Práctica 3: Escalas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Abre QGIS y recupera el proyecto generado en la práctica anterior como base de trabajo.
2. Modifica la proyección del proyecto a una proyección cartográfica alternativa (Mollweide) para analizar sus efectos en la representación espacial.
3. Genera un nuevo diseño de impresión, incorporando el mapa con la nueva proyección y eliminando elementos innecesarios del diseño previo.
4. Ajusta la escala del mapa, integrando tanto la escala numérica como la escala gráfica, y adecuando las unidades de referencia en los ejes.
5. Incorpora los elementos cartográficos necesarios (norte, etiquetas, marco y mapa de ubicación), asegurando coherencia visual y correcta representación.
6. Guarda el proyecto y exporta el mapa final en formato imagen para su entrega como evidencia.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Archivos electrónicos

Práctica 4: Coordenadas Geográficas

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Abre QGIS y recupera el proyecto generado en la práctica anterior como base de trabajo.
2. Modifica la proyección del proyecto a World Mercator para analizar su relación con los sistemas de coordenadas geográficas y proyectadas.

3. Genera un nuevo diseño de impresión, incorporando el mapa con la nueva proyección y eliminando elementos innecesarios del diseño previo.
4. Ajusta la representación de coordenadas, configurando los ejes y etiquetas conforme al sistema de referencia utilizado (grados o metros).
5. Integra los elementos cartográficos necesarios, incluyendo norte, escala (numérica y gráfica), etiquetas y marco, asegurando coherencia en la representación espacial.
6. Guarda el proyecto y exporta el mapa final en formato imagen para su entrega como evidencia.

Recursos de apoyo

- Computadora
- QGIS
- Notepad

Práctica 5: Sistema de coordenadas rectangulares (UTM)

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Descarga, descomprime y carga en QGIS los datos vectoriales proporcionados, organizando las capas base (mapamundi, México y límites administrativos) como contexto espacial.
2. Define el sistema de referencia del proyecto en coordenadas UTM (zona correspondiente, ej. WGS84 UTM Zona 11N) y ajusta la visualización al área de estudio (Baja California).
3. Genera un diseño de impresión incorporando el mapa base en UTM, incluyendo elementos cartográficos esenciales como escala en metros, coordenadas, norte, simbología y referencias.
4. Prepara y carga datos adicionales de tipo tabular o espacial (ej. datos de viento o registros georreferenciados) para su análisis dentro del entorno SIG.
5. Aplica herramientas básicas de análisis espacial (como la elipse de desviación estándar) para representar patrones de distribución y dispersión de los datos.
6. Integra los resultados del análisis en el mapa final, exporta el producto cartográfico en formato imagen y lo entrega como evidencia de la práctica.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- QGIS
- R

Unidad III. Proyecciones y orientación

Práctica 6: Proyecciones

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Descarga datos ráster de concentración de clorofila para el área de estudio y los carga en QGIS para su visualización inicial.
2. Analiza el sistema de referencia original del ráster y su relación con la representación espacial del área de estudio.
3. Reproyecta el ráster a un sistema de coordenadas proyectadas adecuado (ej. UTM), comparando su efecto en la representación espacial.
4. Reclassifica los valores de concentración de clorofila en categorías definidas para facilitar su análisis.
5. Calcula el área de cada categoría utilizando el ráster reproyectado, evaluando la influencia de la proyección en los resultados obtenidos.
6. Genera un mapa temático con los resultados, lo exporta en formato imagen y lo entrega como evidencia de la práctica.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- QGIS

Unidad IV. Mapa base y su construcción

Práctica 7: Simbología

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Abre QGIS y carga un conjunto de datos espaciales (vectoriales o ráster) que representan variables geográficas o ambientales.

2. Identifica el tipo de datos (cualitativos o cuantitativos) y selecciona el tipo de simbología adecuado para su representación.
3. Aplica diferentes esquemas de simbología (categorizada, graduada o continua) según la naturaleza de los datos.
4. Ajusta las variables visuales (color, tamaño, forma y jerarquía visual) para mejorar la claridad y legibilidad del mapa.
5. Diseña un mapa temático incorporando los elementos cartográficos básicos (leyenda, título, escala, norte y etiquetas).
6. Evalúa la coherencia entre los datos y su representación, exporta el mapa final en formato imagen y lo entrega como evidencia de la práctica.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- QGIS
- Archivos digitales

Práctica 8: Mapa Base

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Abre QGIS y carga las capas base necesarias (mapamundi, límites de México, Zona Económica Exclusiva y curvas batimétricas).
2. Selecciona la curva de profundidad de interés (ej. -1000 m) y edita su geometría para delimitar correctamente el área de estudio.
3. Convierte la línea seleccionada en un polígono, generando una capa que represente la zona marina definida por la profundidad.
4. Aplica herramientas de geoprocésamiento para recortar el polígono con la Zona Económica Exclusiva de México, delimitando el área del Pacífico mexicano.
5. Organiza y ajusta las capas resultantes, verificando la coherencia espacial y la correcta delimitación del área obtenida.
6. Diseña el mapa final en el diseñador de impresión, exporta la imagen y la entrega como evidencia de la práctica.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- QGIS
- Archivos digitales

Unidad V. Introducción a los sistemas de información geográfica

Práctica 9: Los sistemas de información geográfica

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Abre un software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y explora su interfaz, identificando los componentes principales (panel de capas, vista de mapa y tabla de atributos).
2. Carga diferentes tipos de datos espaciales (vectoriales y ráster) y visualiza su distribución en el espacio geográfico.
3. Organiza las capas en el proyecto, modificando su orden, visibilidad y propiedades básicas de visualización.
4. Consulta y edita la información contenida en las tablas de atributos, identificando la relación entre los datos espaciales y sus atributos.
5. Realiza operaciones básicas de análisis espacial, como selección de elementos, medición de distancias o consulta por atributos.
6. Guarda el proyecto, genera una visualización del mapa y la exporta como imagen para su entrega como evidencia.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- QGIS
- Archivos digitales

Unidad VI. Análisis espacial de la biodiversidad

Práctica 10: Análisis básico de la biodiversidad con apoyo de un SIG

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Recupera los datos de ocurrencia de especies generados durante la práctica de campo y los organiza en una base de datos georreferenciada.
2. Integra los datos en un Sistema de Información Geográfica (SIG), verificando su correcta proyección y consistencia espacial.
3. Genera un mapa de distribución de las especies registradas, representando adecuadamente los puntos de ocurrencia.
4. Realiza un análisis espacial básico, como la identificación de patrones de distribución, densidad de registros o agrupamientos espaciales.
5. Relaciona los patrones observados con variables ambientales disponibles (ej. altitud, cobertura del suelo o distancia a cuerpos de agua).
6. Interpreta los resultados obtenidos, genera un mapa final con los análisis realizados y lo entrega como evidencia de la práctica.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- QGIS
- Datos de ocurrencia

Práctica 11: Modelado de nicho ecológico

Duración

09 horas

Procedimiento

1. Selecciona una especie de interés y organiza sus registros de ocurrencia (propios o de bases de datos como Global Biodiversity Information Facility) en formato georreferenciado.
2. Obtiene y prepara variables ambientales relevantes (climáticas, topográficas u otras), asegurando su compatibilidad espacial y resolución.
3. Genera un modelo de distribución de especies utilizando un enfoque correlativo (ej. MaxEnt), configurando los parámetros básicos y ejecutando el modelo.
4. Implementa un enfoque alternativo de modelado de nicho (ej. modelos de elipsoides en R) para comparar la representación del nicho ecológico.
5. Analiza y compara los resultados de ambos enfoques, evaluando las áreas de idoneidad, coincidencias y diferencias en la distribución potencial.
6. Integra los resultados en un mapa final, interpreta su significado ecológico y lo entrega como evidencia de la práctica.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- QGIS
- Datos de ocurrencia
- R

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros
- Seminarios

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Aprendizaje basado en problemas (ABP)
- Aprendizaje basado en proyectos
- Trabajo colaborativo
- Seminarios
- Práctica de campo
- Elaboración de productos visuales (infografías mapas)

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Los alumnos que no alcancen una calificación promedio de los dos parciales mayor o igual a 60, tendrán que presentar el examen ordinario, mismo que incluye todo el curso, además haber entregado tareas, exposición de seminario y reporte de práctica de campo.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (4)	40%
- Portafolio de evidencias	30%
- Proyecto final	30%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Alcántara, G. A. (2007). *Topografía y sus aplicaciones*. [Clásico].

Bolstad, P. (2012). *GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems* (4th ed.). Eider Press. [Clásico].

Chang, K.-T. (2015). *Introduction to Geographic Information Systems* (8th ed.). McGraw-Hill. [Clásico].

Dhyani, S., Adhikari, D., Dasgupta, R., & Kadaverugu, R. (Eds.). (2023). *Ecosystem and species habitat modeling for conservation and restoration*. Singapore: Springer.

Farrelly, L. (2008). *Técnicas de representación*. [Clásico].

Longley, P. A., & Goodchild, M. F. (2015). *Geographic Information Science and Systems* (4th ed.). Wiley. [Clásico].

O'Sullivan, D., & Unwin, D. (2010). *Geographic Information Analysis* (2nd ed.). Wiley. [Clásico].

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). *Guías para la interpretación cartográfica: Diferentes escalas y temas*. <https://www.inegi.org.mx>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). *Productos y publicaciones digitales*. <https://www.inegi.org.mx>

XIV. PERFIL DOCENTE:

Licenciatura en Biología o área afín, preferentemente con posgrado en Ciencias Biológicas y con experiencia y conocimientos en Cartografía y SIG. Con 2 años de experiencia docente como mínimo. Debe ser una persona responsable, respetuosa, ética y entusiasta, que estimule la participación de sus estudiante, fomentando su interés en el área.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Fisiología Animal
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Laboratorio: 03 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Biología Celular y Molecular
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas Eugenio Leyva Figueroa
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

I. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje que pertenece al área de conocimiento de biología molecular y celular es un componente integrador en la disciplina, ya que consolida los conocimientos de niveles celular, tisular y genético para explicar el funcionamiento de los organismos. Su importancia radica en que proporciona el marco conceptual para entender los mecanismos que permiten a los animales mantener la homeostasis y adaptarse a diversos entornos. La utilidad para el futuro profesional es fundamental: el estudiantado adquirirá conocimientos sobre la función de los sistemas de órganos; desarrollará habilidades experimentales para la medición de variables fisiológicas y el análisis de datos; y fomentará actitudes de pensamiento sistémico, razonamiento causal y curiosidad científica. Siendo una unidad de aprendizaje obligatoria ubicada en la etapa disciplinaria, con un componente teórico-práctico robusto, prepara al estudiante para interpretar la complejidad funcional de los animales y aplicar este conocimiento en los campos de la biomedicina, la ecología, la conservación y la producción animal.

II. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explicar la función integrada de los sistemas de órganos en animales, mediante el análisis de los principios de la homeostasis, el balance energético y los sistemas de control, para interpretar las respuestas fisiológicas a estímulos internos y externos, con actitud analítica, razonamiento causal e integridad académica.

III. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de Prácticas de Laboratorio. Entrega de un portafolio que compile los reportes de las prácticas de laboratorio realizadas, los cuales incluirán análisis de datos, interpretación de resultados y su discusión en el contexto de la teoría. Además, incluirá análisis de artículos científicos o estudios de caso que demuestren la aplicación del conocimiento.

Cartel de Investigación Experimental. En equipos, realizan un proyecto experimental para responder a una pregunta fisiológica, desde la recolección y el análisis de datos hasta la interpretación de resultados. Comunicarán sus hallazgos a través del diseño y de la defensa de un cartel científico, demostrando su capacidad para aplicar el método científico y comunicar sus conclusiones de manera efectiva.

IV. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, al desarrollo sostenible y al desarrollo científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

V. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y vanguardia.

VI. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Principios Fundamentales y Homeostasis

Competencia

Analizar los principios de la homeostasis y la fisiología celular, mediante la revisión de modelos teóricos y la discusión de ejemplos, para establecer el marco conceptual que regula el funcionamiento del medio interno, con una actitud crítica e integridad académica.

Contenido

- 1.1. Conceptos de adaptación, aclimatación y homeostasis
- 1.2. El Medio Interno: Composición y regulación
- 1.3. Sistemas de Retroalimentación
- 1.4. Fundamentos de excitabilidad celular

Duración

3 horas

Unidad II. Bioenergética y Fisiología Térmica

Competencia

Analizar los principios de la bioenergética y la termorregulación mediante el análisis de datos experimentales y de modelos alométricos, para explicar cómo los animales gestionan su presupuesto energético y predecir su vulnerabilidad frente a los cambios ambientales, con responsabilidad científica y pensamiento crítico.

Contenido

- 2.1. Metabolismo Energético: Tasa metabólica y sus factores
- 2.2. Termorregulación: Balance de calor
- 2.3. Estrategias Comparadas: Ectotermia vs. Endotermia
- 2.4. Respuestas fisiológicas al cambio climático
- 2.5. Plasticidad y tolerancia térmica

Duración

3 horas

Unidad III. Fisiología Digestiva y Metabolismo

Competencia

Analizar los procesos de digestión y regulación metabólica de forma integrada, mediante el estudio de estrategias comparadas y la interpretación de datos experimentales, para explicar cómo la adquisición de nutrientes impacta la homeostasis energética y sus desequilibrios, con rigor científico y un enfoque preventivo de la salud.

Contenido

- 3.1. Procesos de digestión y absorción de macronutrientes
- 3.2. Estrategias Alimentarias Comparadas
- 3.3. Regulación Neuro-hormonal del Apetito
- 3.4. Alteraciones de la Homeostasis Energética
- 3.5 Fisiología de los Estados Metabólicos Extremos

Duración

6 horas

Unidad IV. Intercambio gaseoso, transporte y homeostasis del medio interno

Competencia

Integrar la función de los sistemas respiratorio, cardiovascular y renal, mediante el análisis de datos fisiológicos y la resolución de casos de estudio, para explicar cómo se realiza el intercambio de gases, el transporte de sustancias y se mantiene la estabilidad del medio interno, con pensamiento sistémico y el rigor analítico.

Contenido

- 4.1. Principios del intercambio de gases y soluciones comparadas
- 4.2. Transporte de Gases en Sangre
- 4.3. El corazón como bomba, ciclo cardíaco y regulación de la presión arterial
- 4.4. La nefrona como unidad funcional
- 4.5. Regulación del Balance Hídrico e Iónico en el contexto de zonas áridas

Duración

9 horas

Unidad V. Fisiología Muscular y movimiento

Competencia

Explicar los mecanismos de la contracción muscular desde el nivel molecular hasta el sistémico, a través de la integración de modelos y la revisión de estudios comparados, para analizar cómo los animales generan el movimiento y se adaptan a diferentes desafíos locomotores, con un enfoque analítico y una perspectiva evolutiva.

Contenido

- 5.1. La Arquitectura del Músculo Esquelético
- 5.2. El Mecanismo Molecular de la Contracción
- 5.3. Acoplamiento Excitación-Contracción
- 5.4. Mecánica y Energética del Músculo Completo
- 5.5. Diversidad Funcional y Plasticidad Muscular
- 5.6. Control neural del movimiento
- 5.7. El papel del músculo y el ejercicio en la fisiología corporal

Duración

6 horas

Unidad VI. Fisiología Nerviosa

Competencia

Analizar la estructura y función de la neurona y la sinapsis, mediante la interpretación de datos fisiológicos y modelos de control autonómico, para explicar cómo el Sistema Nervioso Autónomo regula la homeostasis del organismo en respuesta al estrés, con pensamiento crítico y un enfoque integrador.

Contenido

- 6.1. Estructura y Función de la Neurona y la Glía
- 6.2. La Comunicación entre Neuronas
- 6.3. Organización funcional del Sistema Nervioso Central
- 6.4. El Sistema Nervioso Autónomo (SNA)

Duración

6 horas

Unidad VII. Fisiología Sensorial

Competencia

Analizar los mecanismos de transducción y codificación sensorial, a través de la revisión de modelos y el análisis de casos comparados, para explicar cómo los diferentes sistemas sensoriales construyen una percepción del mundo que guía la toma de decisiones, con pensamiento crítico y curiosidad intelectual.

Contenido

- 7.1. Principios Generales de la Percepción Sensorial
- 7.2. La Percepción del Mundo Químico
- 7.3. La Percepción del Mundo Físico y Mecánico
- 7.4. La Percepción del Espectro Electromagnético y Campos de Fuerza
- 7.5. Integración Sensorial y la Construcción de la Realidad Animal

Duración

6 horas

Unidad VIII. Fisiología Endocrina y Sincronización con el Entorno

Competencia

Examinar los principios de la señalización hormonal, mediante el análisis de casos de estudio y la interpretación de datos experimentales, para comprender cómo el sistema endocrino regula los procesos vitales que facilitan la adaptación del organismo a su entorno, con compromiso y rigor científico.

Contenido

- 8.1. Principios de la Señalización Hormonal
- 8.2. Regulación Homeostática y Gestión de Recursos Diarios
- 8.3. Regulación de la Conducta Parental y Conducta Social
- 8.4. La Fisiología de la Respuesta al Estrés
- 8.5. Control Hormonal del Desarrollo y la Reproducción
- 8.6. Sincronización con el Entorno y Ritmos Biológicos

Duración

9 horas

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Principios Fundamentales y Homeostasis

Práctica 1: De la Pregunta a la Hipótesis: Fundamentos del Diseño Experimental

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción del docente sobre las habilidades del proceso científico y el ciclo de la indagación
2. Recibe un problema o una pregunta de investigación relacionada con los principios de la homeostasis
3. Formula una afirmación y una predicción como respuesta inicial a la pregunta, basándote en el conocimiento previo
4. Construye la hipótesis nula y la alternativa para el experimento mental propuesto
5. Define operacionalmente las variables del estudio: independiente, dependiente y de control
6. Dialoga en equipo para analizar y refinar el diseño experimental propuesto
7. Estructura el diseño del experimento en el formato solicitado por el docente
8. Entrega de forma individual el ejercicio con el diseño experimental mental

Recursos de apoyo

- Presentación digital con los conceptos clave del proceso científico
- Formato de ejercicio impreso o digital
- Proyector y computadora
- Pizarrón o tablero digital para la discusión guiada

Práctica 2: Homeostasis Neuronal y Exposición a Tóxicos Ambientales

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Analiza el fenómeno presentado por el docente, relacionando la exposición a pesticidas con alteraciones neurofisiológicas como la enfermedad de Parkinson.
2. Recibe la pregunta de investigación central del caso de estudio: "¿El herbicida atrazina afecta los niveles de dopamina en el cerebro?"
3. Utiliza una plantilla de diseño experimental para definir la hipótesis, las variables y las características del experimento presentado en el tutorial.
4. Recibe el conjunto de datos reales que muestran los niveles de dopamina en el grupo control y el grupo tratado con atrazina.
5. Introduce los datos en un software estadístico para su procesamiento.
6. Construye una gráfica de barras o de cajas para visualizar y comparar los resultados de ambos grupos.
7. Aplica la prueba estadística correspondiente para determinar si la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa.
8. Interpreta el valor p y redacta una conclusión basada en la evidencia estadística.
9. Entrega la plantilla completa con el diseño experimental y los resultados del análisis.

Recursos de apoyo

- Presentación digital con el caso de estudio
- Archivo digital (CSV o Excel) con el conjunto de datos del experimento
- Plantilla de reporte "diseño experimental y análisis de datos"
- Computadoras con acceso a software estadístico y de graficación

Unidad II. Bioenergética y Fisiología Térmica

Práctica 3: Análisis de la Plasticidad Fenotípica: Aclimatación y Límites Térmicos en Ectotermos

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Recibe la introducción del docente sobre los conceptos de fisiología térmica, curvas de rendimiento y plasticidad fenotípica en ectotermos.
2. Analiza el artículo científico proporcionado utilizando una herramienta de IA (NotebookLM) para responder preguntas guía sobre la investigación, metodología y conceptos clave.
3. Completa de forma individual las secciones de diseño experimental de la plantilla de reporte (pregunta, hipótesis, variables) basándote en la información del artículo.
4. Carga el archivo de datos (CTmax_Plasticity_Data.csv) en el software estadístico JASP.
5. Genera las estadísticas descriptivas y elabora los gráficos correspondientes para visualizar los datos de los grupos experimentales.
6. Realiza la prueba de hipótesis adecuada para comparar los datos de temperatura crítica máxima (CTmax) entre los grupos.
7. Redacta un párrafo en formato APA para reportar los resultados del análisis estadístico.
8. Discute los hallazgos, interpretando el significado biológico de los resultados con apoyo de la literatura científica.
9. Integra todas las secciones en la plantilla y entrega el reporte final en formato breve.

Recursos de apoyo

- Artículo científico en formato digital
- Computadoras con conexión a internet y software JASP instalado
- Acceso a herramienta de análisis de documentos (NotebookLM)
- Archivo de datos "CTmax_Plasticity_Data.csv"
- Plantilla para el reporte de la práctica

Unidad III. Fisiología Digestiva y Metabolismo

Práctica 4: Regulación de la Glucosa Sanguínea: Prueba de Tolerancia a la Glucosa Postprandial

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Se presenta a la sesión de laboratorio con un ayuno mínimo de 6 horas.
2. Selecciona uno de los tres tratamientos dietéticos asignados: Carga Glicémica Alta (HGL), Moderada (MGL) o Baja (LGL).
3. Mide y registra el nivel de glucosa basal (en ayunas) utilizando el glucómetro, siguiendo las instrucciones de asepsia y manejo del equipo.
4. Consume el desayuno correspondiente al tratamiento asignado en un periodo máximo de 20 minutos.
5. Mide y registra los niveles de glucosa en sangre en los tiempos postprandiales designados: 30, 60 y 120 minutos.
6. Desecha los materiales biológicos (lancetas y tiras) en los contenedores apropiados para residuos punzocortantes y de riesgo biológico.
7. Aporta los datos obtenidos de forma anónima a una base de datos colectiva de la clase para el análisis comparativo.
8. Elabora una gráfica que muestre la curva de respuesta de la glucosa (mg/dL en función del tiempo) para el tratamiento asignado.
9. Analiza los datos grupales para comparar las respuestas fisiológicas entre los diferentes tipos de dieta y redacta la discusión de resultados.
10. Entrega la plantilla completa con el diseño experimental y los resultados del análisis.

Recursos de apoyo

- Glucómetros y tiras reactivas
- Lancetas estériles y plumas disparadoras
- Torundas con alcohol y vendas
- Contenedores para desechos punzocortantes y bolsas rojas para riesgo biológico
- Alimentos para los tres desayunos: HGL (bebida energética, Pop-tarts), MGL (bagel, plátano, crema de cacahuate) y LGL (jamón, queso)

Unidad IV. Intercambio Gaseoso, Transporte y Homeostasis del Medio Interno

Práctica 5: Análisis de la Respuesta al Buceo: Integración Cardiorrespiratoria en Humanos

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Recibe la introducción sobre las bases fisiológicas de la respuesta al buceo en mamíferos, incluyendo la bradicardia y la vasoconstricción periférica.
2. Prepara el material y el equipo de medición
3. Mide y registra la frecuencia cardíaca y la presión sanguínea basales (tiempo 0) del voluntario en reposo.
4. Realiza el primer ensayo (apnea): el voluntario retiene la respiración por 60 segundos, mientras se registran las variables cardiovasculares a los 30 y 60 segundos.
5. Registra los datos de recuperación postapnea a los 30, 60 y 120 segundos.
6. Realiza el segundo ensayo (inmersión simulada): el voluntario sumerge el rostro en un recipiente con agua fría por 60 segundos, repitiendo las mediciones en los mismos intervalos de tiempo.
7. Registra los datos de recuperación postinmersión en los tiempos correspondientes.
8. Introduce los datos en una hoja de cálculo colectiva para el análisis comparativo del grupo.
9. Elabora gráficas que comparen los cambios en la frecuencia cardíaca y la presión sanguínea a través del tiempo para cada condición experimental.
10. Analiza los resultados para identificar los componentes de la respuesta al buceo y redacta el reporte de la práctica.

Recursos de apoyo

- Lector de la actividad cardíaca (H0 polar)
- Transductor de pulso digital y sistema de adquisición de datos
- Recipiente (balde) para agua, hielo y termómetro
- Cronómetro
- Hojas de registro o software de hoja de cálculo

Unidad VI. Fisiología Nerviosa

Práctica 6: Regulación Autonómica y Estrés Fisiológico: Análisis de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC)

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Recibe la introducción a los principios de la regulación autonómica del corazón y el uso de la VFC como herramienta para medir el balance simpático-parasimpático.
2. Se equipa a un voluntario con el monitor de frecuencia cardíaca para registrar los intervalos R-R.
3. Realiza una medición basal de la VFC en estado de reposo (posición supina) durante 10 minutos.
4. Toma una muestra de lactato capilar para establecer el valor basal.
5. El voluntario ejecuta uno de los protocolos de ejercicio asignados (continuo o intermitente) durante el tiempo estipulado.
6. Registra la percepción subjetiva del esfuerzo (escala de Borg) cada 5 minutos durante el ejercicio.
7. Inmediatamente después de finalizar el ejercicio, realiza una segunda medición de la VFC en reposo.
8. Toma una segunda muestra de lactato capilar para cuantificar el impacto metabólico.
9. Exporta y procesa los datos de los intervalos R-R en el software Kubios HRV para obtener los índices de dominio de tiempo (RMSSD) y frecuencia (LF/HF).
10. Analiza los cambios en los parámetros de la VFC y el lactato antes y después del ejercicio para evaluar la respuesta del sistema nervioso autónomo al estrés físico.

Recursos de apoyo

- Monitor de frecuencia cardíaca con banda pectoral (ej. Polar H10).
- Software de análisis de VFC (ej. Kubios HRV).
- Lactómetro capilar portátil con lancetas y tiras reactivas.
- Escala de Borg para percepción del esfuerzo.
- Cronómetro.
- Computadora.

Unidad VIII. Fisiología Endocrina

Práctica 7: Efectos Organizacionales de las Hormonas: Dimorfismo Sexual del Sistema de Canto en Aves

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Analiza el caso de estudio sobre el dimorfismo sexual en el comportamiento y la neuroanatomía del pinzón cebrá, presentado por el docente.
2. Selecciona una de las preguntas de investigación proporcionadas para enfocar el análisis del proyecto.
3. Define los grupos experimentales a comparar según la pregunta seleccionada (ej. machos control, hembras control, hembras tratadas con estradiol).
4. Descarga e instala el software de análisis de imagen ImageJ.
5. Utiliza ImageJ para medir el área de las secciones seriadas de los núcleos cerebrales de interés (HVC, RA, Área X) a partir de las micrografías digitales proporcionadas.
6. Calcula el volumen total de cada núcleo para cada individuo, integrando las áreas de las secciones y la distancia de muestreo.
7. Organiza los datos volumétricos en una hoja de cálculo y aplica el análisis estadístico correspondiente para comparar los grupos.
8. Elabora gráficas de barras con sus respectivas medidas de dispersión para presentar visualmente los resultados.
9. Redacta un reporte en formato científico, discutiendo los hallazgos a la luz de la literatura sobre los efectos organizacionales de las hormonas esteroideas.

Recursos de apoyo

- Módulo digital con el marco teórico y las micrografías cerebrales.
- Computadoras con acceso a internet.
- Software de análisis de imagen ImageJ.
- Software estadístico y de graficación (ej. JASP, R, o similar).

Práctica 8: Diseño y Comunicación de un Proyecto de Investigación Fisiológica

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Conformar un equipo de trabajo y seleccionar un tema de investigación, ya sea de la lista sugerida o proponiendo uno nuevo para su evaluación.

2. Elabora y entrega una propuesta de investigación de una cuartilla que contenga la pregunta, hipótesis, metodología y resultados esperados.
3. Recibe retroalimentación del docente sobre la viabilidad del proyecto y realiza los ajustes necesarios para su aprobación.
4. Desarrolla el proyecto durante las sesiones de laboratorio designadas, avanzando en la metodología, la recolección de datos y el análisis de evidencias con la asesoría del docente.
5. Designa a un coordinador de equipo, quien elabora una minuta al final de cada sesión para documentar la asistencia, las tareas asignadas, los acuerdos y los avances individuales, facilitando la gestión de conflictos.
6. Participa en sesiones de seguimiento para resolver dudas y recibir orientación sobre el análisis estadístico y la interpretación de los resultados.
7. Analiza los datos y organiza los resultados en formatos visuales apropiados (gráficas, tablas, diagramas) con su texto explicativo.
8. Diseña un cartel de investigación que cumpla con los elementos requeridos: encabezado, resumen, metodología, resultados, conclusiones, literatura y un código QR con la base de datos.
9. Presenta y defiende el cartel de investigación en una sesión abierta, respondiendo a las preguntas del público y los evaluadores.

Recursos de apoyo

- Acceso a bases de datos científicas y bibliotecas digitales.
- Software para análisis estadístico (JASP, R, etc.) y hojas de cálculo.
- Software para diseño de carteles (PowerPoint, Canva, etc.).
- Guía de lineamientos y rúbrica de evaluación del proyecto.
- Material y equipo de laboratorio específico, según la viabilidad aprobada de cada proyecto.
- Espacio físico para la sesión de carteles.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

El docente fungirá como un diseñador de experiencias y facilitador del conocimiento, implementando un enfoque centrado en el estudiante. Las metodologías empleadas para guiar el proceso son:

- Enseñanza Basada en Problemas
- Método de Estudio de Casos
- Enseñanza Basada en Proyectos
- Instrucción Directa y Andamiaje
- Retroalimentación Diversificada
- Evaluación Integradora

Estrategia de aprendizaje

- Resolución de Problemas y Análisis de Casos
- Investigación Formativa
- Aprendizaje Colaborativo
- Análisis Cuantitativo de Datos
- Comunicación Científica

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para los estudiantes que no cumplan con los criterios para exentar, la calificación en el examen ordinario se compondrá de un 80% correspondiente a la calificación obtenida en dicho examen y un 20% del proyecto final. La calificación final se expresa en una escala de 0 a 100, requiriendo un mínimo de 60 para ser aprobatoria.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	50%
– Portafolio de prácticas	30%
– Cartel de investigación	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Hadley, M. E., & Levine, J. E. (2007). Endocrinology (6th ed.). Pearson Prentice Hall. [clásica]
- Hill, R. W., Wyse, G. A., & Anderson, M. (2021). Animal physiology (5th ed.). Sinauer Associates. [clásica]
- Nelson, R. J. (2011). An introduction to behavioral endocrinology (4th ed.). Sinauer Associates.
- Norris, D. O., & Carr, J. A. (2020). Vertebrate endocrinology (6th ed.). Academic Press
- Moyes, C. D., & Schulte, P. M. (2020). Principios de fisiología animal (3ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Coursera/edX: Cursos en línea sobre endocrinología y endocrinología del comportamiento ofrecidos por diversas universidades.
- Journal of Comparative Endocrinology: Revista líder en el campo de la endocrinología animal.
- HHMI BioInteractive: Recursos sobre la regulación de la glucosa y la respuesta al estrés.
- The Endocrine Society: Repositorio de noticias, revistas y recursos educativos sobre endocrinología. <https://www.endocrine.org/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología o áreas afines. Con grado académico de Maestría o Doctor en Ciencias en áreas específicas como Endocrinología, Neuroendocrinología, Fisiología o Biología del Comportamiento. Dos años mínimos de experiencia docente a nivel de licenciatura. Es altamente deseable que posea experiencia laboral en investigación que involucre técnicas diversas de fisiología y biología celular y molecular o estudios de comportamiento animal en condiciones de laboratorio. Se consideran cualidades indispensables la capacidad para conectar los mecanismos moleculares con el comportamiento del organismo y su contexto ecológico y evolutivo, así como la habilidad para fomentar la discusión y el análisis crítico de la literatura científica.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2026-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Morfofisiología Vegetal
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 03 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Rafael Bello Bedoy
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la unidad de aprendizaje es analizar principios físicos y químicos del funcionamiento de las plantas, para comprender y conocer los procesos vitales a través de experimentos y reconocer la importancia de las plantas en los ecosistemas terrestres urbanos, como componente de alimentación básica y fomentar en las y los estudiantes una actitud responsable sobre su aprovechamiento y conservación. Se imparte en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatoria y pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar los principios físicos y químicos del funcionamiento celular y del cuerpo vegetal, mediante comparación de las estructuras de sus órganos a lo largo del desarrollo para aplicar el conocimiento en la solución de problemas agrícolas con responsabilidad social y compromiso.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elabora reportes de prácticas de laboratorio de forma escrita y oral donde demuestre el dominio de los principios físicos y químicos del funcionamiento de las plantas.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Células vegetales y balance hídrico

Competencia:

Analizar la estructura y función de las células vegetales y su papel en el balance hídrico, mediante la observación y evaluación del movimiento del agua, con el fin de comprender los procesos de transporte y relación agua-planta, con responsabilidad y pensamiento crítico.

Contenido

- 1.1. Células y tejidos vegetales
 - 1.1.1. Células vegetales y sus organelos
 - 1.1.2. Tejidos vegetales: Parénquima
 - 1.1.3. Tejidos vegetales: Colénquima
 - 1.1.4. Tejidos vegetales: Esclerénquima
- 1.2. Propiedades del agua y turgencia
 - 1.2.1. Estructura molecular del agua y enlaces de hidrógeno
 - 1.2.2. Difusión, ósmosis y transporte activo
 - 1.2.3. Potencial hídrico y su medición
 - 1.2.4. Turgencia y plasmólisis celular
- 1.3. Balance hídrico en las plantas
 - 1.3.1. Absorción de agua por la raíz
 - 1.3.2. Movimiento apoplástico y simplástico
 - 1.3.3. Regulación estomática y pérdida de agua
- 1.4. Teoría de cohesión-tensión
 - 1.4.1. Tensión en la columna de agua
 - 1.4.2. Adhesión y cohesión en vasos xilemáticos
 - 1.4.3. Transpiración como fuerza motriz
 - 1.4.4. Evidencias experimentales de la teoría

Duración

08 horas

Unidad II. Metabolismo en plantas

Competencia

Distinguir los tipos de metabolismos vegetal mediante el estudio de las reacciones fotosintéticas, síntesis de metabolitos secundarios, y análisis de casos sobre plantas silvestres y agrícolas para comparar e interpretar los mecanismos bioquímicos asociados al crecimiento vegetal, con actitud científica, responsabilidad y pensamiento crítico.

Contenido

- 2.1. Reacciones luminosas
 - 2.1.1. Absorción de luz y espectros de acción
 - 2.1.2. Tipos de pigmentos fotosintéticos: clorofilas, carotenoides, ficobilinas
 - 2.1.3. Organización de fotosistemas I y II
 - 2.1.4. Métodos de medición de pigmentos fotosintéticos
- 2.2. Reacciones del carbono
 - 2.2.1. Ciclo de Calvin-Benson
 - 2.2.2. Enzima Rubisco y su regulación
 - 2.2.3. Almacenamiento de productos fotosintéticos
 - 2.2.4. Factores limitantes de la fijación de carbono
- 2.3. Vías fotosintéticas: C3, C4 y CAM
 - 2.3.1. Adaptaciones anatómicas (mesófilo, vainas)
 - 2.3.2. Comparación de eficiencia fotosintética
 - 2.3.3. Ambientes donde predominan
 - 2.3.4. Ventajas ecológicas
- 2.4. Consideraciones ecológicas y fisiológicas de la fotosíntesis
 - 2.4.1. Efecto de la luz, temperatura y disponibilidad hídrica
 - 2.4.2. Fotorespiración y su regulación
 - 2.4.3. Medición de la tasa fotosintética (IRGA, intercambio gaseoso)
 - 2.4.4. Interacción con el ambiente y productividad vegetal

Duración

08 horas

Unidad III. Defensa en plantas y metabolitos secundarios

Competencia

Comparar los mecanismos de defensa de las plantas frente a factores bióticos y abióticos, mediante el estudio y análisis funcional de los metabolitos secundarios, la resistencia y la tolerancia, con el propósito de comprender sus estrategias adaptativas para su aprovechamiento en la conservación vegetal y la agricultura sustentable con actitud científica, responsabilidad y respeto al medio ambiente.

Contenido

3.1. Metabolitos secundarios y defensa en plantas

- 3.1.1. Terpenoides
- 3.1.2. Alcaloides
- 3.1.3. Fenoles y flavonoides

3.2. Mecanismos de defensa

- 3.2.1. Barreras físicas y químicas
- 3.2.2. Resistencia
- 3.2.3. Resistencia constitutiva
- 3.2.4. Resistencia inducida

3.3. Tolerancia

- 3.3.1. Mecanismos fisiológicos de tolerancia
- 3.3.2. Tolerancia a herbívoros
- 3.3.4. Tolerancia a estrés abiótico

Duración

10 horas

UNIDAD IV. Reguladores del crecimiento

Competencia

Evaluar el papel de los reguladores del crecimiento vegetal mediante la aplicación de hormonas como auxinas, giberelinas y etileno, para interpretar su efecto en el desarrollo de las plantas, con una actitud analítica y ética profesional.

4.1. Auxinas

- 4.1.1. Descubrimiento e importancia fisiológica
- 4.1.2. Transporte de auxinas
- 4.1.3. Regulación del crecimiento apical y formación de raíces
- 4.1.4. Aplicaciones de las auxinas

4.2. Giberelinas

- 4.2.1. Vías de biosíntesis
- 4.2.2. Función en la elongación celular y germinación
- 4.2.3. Efecto en floración y crecimiento de frutos
- 4.2.4. Aplicaciones de las giberelinas

4.3. Citoquininas

- 4.3.1. Descubrimiento y tipos
- 4.3.2. Relación con división celular y senescencia
- 4.3.3. Interacción con otras fitohormonas
- 4.3.4. Aplicaciones en cultivo in vitro

4.4. Etileno

- 4.4.1. Producción en respuesta al estrés
- 4.4.2. Regulación de la maduración de fru

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I y II: Células vegetales y balance hídrico y metabolismo en plantas

Práctica 1: Anatomía funcional de las plantas

Duración

24 horas

Procedimiento

1. Elige, observa ejemplares de plantas vivas para reconocer los principales órganos.
2. Realiza cortes histológicos la raíz, el tallo y la hoja.
3. Estandariza el protocolo de tinción de cada corte.
4. Observa los cortes al microscopio.
5. Esquematiza los cortes señalando dentro los tipos de célula, tejidos estructura y función.
6. Entrega tu reporte escrito.
7. Presenta los resultados del reporte en el laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente y de los compañeros.

Recursos de apoyo

- Investigación documental.
- Una planta a elección de cada estudiante.

- Lápiz.
- Bitácora.
- Cámara.
- Libro de identificación de tejidos.
- Apuntes de clase.
- Estuche de disección.
- Microscopio.
- Colorante.

Unidad III y IV: Defensa en plantas y metabolitos secundarios y Reguladores del crecimiento

Práctica 2 : Medidas de características fotosintéticas y defensa en plantas

Duración

24 horas

Procedimiento

1. Elige ejemplares vivos de plantas para realizar mediciones fenotípicas en hojas.
2. Realiza cuantificaciones de clorofila con clorofilómetro y elabora base de datos en excel.
3. Realiza cuantificaciones de fenoles en el laboratorio y elabora base de datos en excel.
4. Recolecta hojas y realiza conteos de estomas empleando el microscopio de luz.
5. Elabora bases de datos de conteos.
6. Analiza datos con programa estadístico y elabora reporte escrito.
7. Entrega tu reporte escrito.
8. Presenta los resultados del reporte en el laboratorio.

Recursos de apoyo

- Investigación documental.
- Una planta a elección de cada estudiante.
- Lápiz.
- Bitácora.
- Microscopio.
- Clorofilómetro.
- Apuntes de clase.
- Estuche de disección.
- Computadora.
- Reactivos de laboratorio.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	50%
- Reporte orales y escritos de prácticas de laboratorio	30%
- Reportes de lectura	20 %
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- DK. (2019). *Flora: el mundo secreto de las plantas*. Penquin Random House..
- Delevoryas T. (1979). *Diversificación vegetal*. 2 ed. CECSA. [clásica].
- Ever, R and S. Eichhorn. (2012). *Biology of plants*. (8th ed.). Freeman [clásica].
- Marquez, J. S. (2014). *Biología de Angiospermas*. UNAM [clásica].
- Mauseth, J. D. (2012). *Botany*. Jones & Bartlett Publishers. [clásica].
- Simpson, M. G. (2010). *Plant systematics*. Academic press. [clásica].
- Singh, G. (2016). *Plant Systematics, an Integrated Approach* (3a ed.). CRC Press.[clásica].
- Taiz, L., Zeiger, (2010). *Plant physiology* 5th ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Willis, K. & J. McElwain. (2014). *The evolution of plants*. Oxford University Press. [clásica].

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Alcantara-Cortes, J. S., Acero Godoy, J., Alcántara Cortés, J. D., y Sánchez Mora, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129.
- California Academy of Sciences. (2025, enero 1). *Travel Deep Inside a Leaf – Annotated Version* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=pwymX2LxnQs>
- Khan Academy. (2025). *Fotosíntesis (video) energética celular*. <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/photosynthesis/v/photosynthesis>

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología o área afín, preferentemente con posgrado de Ciencias Naturales y/o Ciencias Agronómicas. Debe contar con experiencia probada en el área y en docencia mínima de 2 años. Ser una persona responsable, organizada, sistemática, comprometida con el aprendizaje significativo de las y los estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2026-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Legislación Ambiental Aplicada
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:05
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Gonzalo De León Girón Juana Claudia Leyva Aguilera
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Legislación Ambiental Aplicada es fundamental en la formación del biólogo, ya que proporciona las bases jurídicas e institucionales que regulan la protección y uso sustentable del ambiente, lo que resulta esencial para la toma de decisiones éticas, responsables y con impacto social en los ámbitos de conservación, manejo de recursos naturales y política ambiental. A lo largo de la asignatura, el estudiantado desarrollará habilidades para interpretar leyes y tratados ambientales, analizar críticamente políticas públicas, y proponer estrategias fundamentadas en principios legales y científicos, actuando con responsabilidad, pensamiento crítico y compromiso con el entorno. Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatoria y pertenece al área de conocimiento de Sistemas Socioecológicos.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar los fundamentos, instrumentos y marcos normativos de la legislación ambiental, a nivel nacional e internacional, mediante comprensión y el análisis de su evolución política, estructura administrativa, acuerdos internacionales, principios del desarrollo sustentable y mecanismos de gestión ambiental, para aplicar criterios legales en la evaluación, protección y uso responsable del entorno natural en contextos profesionales y sociales, con rigor científico, pensamiento crítico y una perspectiva de ética profesional.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaboración y presentación de un documento escrito que contenga el análisis de una política pública ambiental aplicada de un país y portafolio de evidencias de tareas, actividades en clase y reportes en prácticas de taller.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Inclusión, Pensamiento Crítico, Interculturalidad Crítica, Igualdad de Género.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Evolución de política ambiental

Competencia

Distinguir el origen y evolución de la política ambiental contemporánea, mediante el estudio y comprensión de sus antecedentes históricos, conceptos fundamentales del medio ambiente y marcos internacionales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, con el propósito de interpretar críticamente los fundamentos de la legislación ambiental actual, actuando con conciencia histórica, respeto por la biodiversidad y compromiso con el desarrollo sustentable.

Contenido

- 1.1. Historia política ambiental contemporánea
- 1.2. Conceptos fundamentales del medio ambiente
- 1.3. Convenio de la diversidad

Duración

06 horas

Unidad II. Introducción a los instrumentos para la protección al ambiente y estructura en la administración mexicana

Competencia

Distinguir los principales instrumentos legales e institucionales para la protección del ambiente en México, mediante el análisis de leyes, normas, estructuras administrativas y principios de gestión de recursos naturales, con el propósito de valorar el derecho humano a un medio ambiente limpio, salubre y sostenible, con responsabilidad social, ética profesional y compromiso con la legalidad.

Contenido

- 2.1. Leyes y normas ambientales mexicanas
- 2.2. Estructura pública ambiental
- 2.3. Administración de recursos naturales
- 2.4. Derecho a un medio ambiente limpio, salubre y sostenible

Duración

08 horas

Unidad III. Política internacional y agenda climática***Competencia***

Analizar el alcance e implicaciones de los principales instrumentos internacionales en materia ambiental, como la agenda climática global y el Convenio de Escazú, mediante la comprensión de tratados, convenios y marcos normativos multilaterales, con el propósito de valorar su impacto en las políticas públicas y en la acción ambiental local, con responsabilidad cívica, justicia ambiental y pensamiento global.

Contenido

- 3.1. Normas, convenios y acuerdos internacionales
- 3.2. Agenda cambio climáticos
- 3.3. Convenio de Escazu y sus implicaciones políticas

Duración

05 horas

Unidad IV. Desarrollo sustentable y economía ambiental***Competencia***

Analizar las agendas ambientales, urbanas y oceánicas, así como la relación entre el conocimiento científico y el sistema jurídico, mediante modelos de desarrollo sustentable y económicos ambientales, para comprender su aplicación en la toma de decisiones ecológicas y legales, con conciencia ambiental y responsabilidad profesional.

Contenido

- 4.1. Agenda gris
- 4.2. Agenda verde
- 4.3. Agenda azul
- 4.4. Estado del conocimiento científico y el sistema jurídico

Duración

07 horas

Unidad V. Gestión ambiental***Competencia***

Evaluar los desafíos y oportunidades actuales para la conservación ambiental, mediante el análisis crítico de las políticas públicas, la globalización y su impacto en los ecosistemas, con el propósito de proponer estrategias de gestión ambiental sustentadas en principios legales,

éticos y de responsabilidad social, con compromiso, pensamiento crítico y respeto por la diversidad biológica.

Contenido

5.1. Desafíos y oportunidad para la conservación

5.2. Política actual y globalización

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Evolución de política ambiental

Práctica 1: Búsqueda y análisis de tópicos relacionados con la carrera de biología y en plan nacional de desarrollo

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una búsqueda de la información sobre los temas fundamentales de biología y legislación ambiental.
3. Analiza los temas fundamentales de biología y legislación ambiental.
4. Elabora un cuadro comparativo que analice y contraste los principales temas fundamentales de biología y legislación ambiental, asegúrate de incluir ejemplos representativos y resaltar diferencias clave.
5. Entrega el cuadro comparativo.
6. Socializa el conocimiento con el estudiantado.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo:

- Computadora.
- Acceso a Internet.
- Software de citación y editor de texto.
- Programas de presentaciones.

Unidad I. Evolución de política ambiental

Práctica 2: Política Ambiental en México en los años 90: Marco conceptual y actores.

Duración:

04 horas

Procedimiento

- Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
- Realiza una búsqueda de la información sobre los temas fundamentales de biología y legislación ambiental.
- Elabora un cuadro comparativo que analice y contraste los principales temas fundamentales legislación ambiental de los años 90 y su impacto actual, asegúrate de incluir ejemplos representativos y resaltar diferencias clave.
- Entrega el cuadro comparativo.
- Socializan el conocimiento con el estudiantado.
- Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a Internet.
- Software de citación y editor de texto.
- Programas de presentaciones.

Unidad II. Introducción a los instrumentos para la protección al ambiente y estructura en la administración mexicana

Práctica 3: Dependencias ambientales en México

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una búsqueda de la información sobre los temas fundamentales de biología y legislación ambiental.
3. Analiza las funciones de las dependencias ambientales y su incidencia en la carrera de Biología.
4. Entrega el cuadro comparativo.
5. Socializa el conocimiento con el estudiantado.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a Internet.
- Software de citación y editor de texto.
- Programas de presentaciones.

Unidad II. Introducción a los instrumentos para la protección al ambiente y estructura en la administración mexicana

Práctica 4: Política latinoamericana

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una búsqueda de la información sobre los temas fundamentales de biología y legislación ambiental.
3. Analiza los temas fundamentales legales, estructura y recursos invertidos en la dependencias encargadas de conservación de la biodiversidad.
4. Entrega de presentación durante el seminario.
5. Socializa el conocimiento con el estudiantado.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a Internet.
- Software de citación y editor de texto.
- Programas de presentaciones.

Unidad III. Política internacional y agenda climática

Práctica 5: Tratados internacionales relacionados con el medio ambiente y biodiversidad

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una búsqueda de la información sobre los temas fundamentales de biología y legislación ambiental.
3. Analiza los temas fundamentales de biología y legislación ambiental.
4. Analizar origen y desarrollo de los tratados internacionales y su impacto en la política ambiental mexicana.

5. Presentación durante el seminario.
6. Socializa el conocimiento con el estudiantado.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a Internet.
- Software de citación y editor de texto.
- Programas de presentaciones.

Unidad IV. Desarrollo sustentable y economía ambiental

Práctica 6: Política ambiental actual en México desafíos y oportunidades.

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una búsqueda de la información sobre los temas fundamentales de biología y legislación ambiental.
3. Analiza los temas fundamentales de biología y legislación ambiental.
4. Elabora un cuadro comparativo que analice y contraste los principales temas fundamentales de biología y legislación ambiental actual.
5. Entrega el cuadro comparativo.
6. Socializan el conocimiento con el estudiantado.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Acceso a Internet.
- Software de citación y editor de texto.
- Programas de presentaciones.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional)

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Talleres colaborativos

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas conceptuales y líneas de tiempo
- Reflexión escrita

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- | | |
|--|------|
| - Evaluaciones parciales | 50 % |
| - Documento escrito y presentación de una política | 20% |
| - Prácticas de taller | 20% |
| - Portafolio de evidencias | 5% |

- Asistencia	5%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Haro-Bélche G. (2020). *Agenda Ambiental: un futuro*. MA. Porrua. 110.
<https://research.ebsco.com/c/vfl6sr/search/details/xzibsx5v3f?limiters=FT1%3AY&q=pol%C3%ADtica%20ambiental%20>. [clásica].
- Torres B. y Graizbord B. (2023). *Influencias y compromisos internacionales en la política ambiental mexicana*. El Colegio de México. 641p. <https://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=278111>
- Ramos García J.M., Nieblas Ortiz E.C. y Reyes M. (2016). *Gobierno por resultados en la política ambiental en Baja California: Agendas y contextos internacional y regional*. Universidad Autónoma de Baja California. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Carpio-Domínguez, J. L., Cervantes-Niño, J. J., Castro-Salazar, J. I., & Méndezcarlo-Silva, V. (2025). Policing wildlife trafficking in northeastern Mexico: The case of Tamaulipas in 2023-2024. *Frontiers in Conservation Science*, 2.
<https://doi.org/10.3389/fcosc.2025.1488500>
- Cámara de Diputados de H. Congreso de la Unión. (1988, 28 de enero). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Última reforma publicada el 1 de abril de 2024. Diario Oficial de la Federación.
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Cámara de Diputados de H. Congreso de la Unión. (30 noviembre 2000). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas*. Última reforma publicada 21 de mayo 2014. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_ANP.pdf
- Cámara de Diputados de H. Congreso de la Unión (6 de junio 2012). *Ley General del cambio Climático*. Última reforma 01 marzo 2024. Diario Oficial de la Federación.
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>
- Izquierdo-Tort, S., Alatorre, A., Shapiro-Garza, E., Corbera, E., Deschamps-Lomelí, J., Ávila-Foucat, V. S., Carabias, J., Dupras, J., Kolinjivadi, V., Nuñez, J. M., Perevochtchikova, M., Sims, K., & Van Hecken, G. (2025). Payments for ecosystem services in Mexico: Two decades of progress and challenges between research and practice. *Ecosystem Services*, 73, Article 101720. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2025.101720>

- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2025). *Environment at a Glance Indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/ac4b8b89-en>
- Mancilla-Rendón, E. y Lozano-Arizmendi, C. (2025). Progresividad de los impuestos ambientales de política ambiental de México. *RECAI, Universidad Autónoma del Estado de México*, 14(3), 45-62.
- Mancilla-Rendón, E., y Lozano-Arizmendi, C. (2021). El principio de proporcionalidad aplicado en los impuestos estatales y el impuesto sobre la renta. *Revista del Posgrado en Derecho de la UNAM*, (15), 26- <https://doi.org/10.22201/ppd.26831783e.2021.15.182>

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, Derecho Ambiental o áreas afines. Preferentemente con estudios de posgrado en Ciencias Naturales o disciplinas relacionadas. Se requiere experiencia laboral en conservación de recursos naturales y legislación ambiental, así como una trayectoria docente mínima de dos años. Debe ser una persona responsable, respetuosa, ética y entusiasta, que estimule la participación del estudiantado fomentando su interés en el área.



LEARNING MODULE

I. GENERAL INFORMATION

School:	Faculty of Sciences, Ensenada
Major:	Biology
Study Program:	2026-2
Learning Module Title:	Bioinformatics
Module Code:	
Time distribution:	Class Hours: 01 Workshop Hours: 03 Out-of-Class Hours: 01 Credits: 05
Academic Development Phase:	Disciplinary
Module Type::	Compulsory
Requirements::	Genética de Poblaciones y Cuantitativa
Mode of delivery:	In-person
Design Team:	Carlos Alberto Flores López Julio Enrique Valencia Suárez Manuel Alejandro Carballo Amador
Approved by the Assistant Dean(s):	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Date:	October 6, 2026
Approval and registration:	

II. PURPOSE OF THE LEARNING MODULE

The Bioinformatics learning unit is designed to provide students with the conceptual and practical foundations necessary to analyze biological information using computational tools. This course is essential for modern biological sciences, as it enables students to integrate genomic, transcriptomic, proteomic, phylogenetic, and population-level data to address questions in biology, ecology, medicine, and biotechnology. Through the use of biological databases, sequence alignment algorithms, gene expression platforms, phylogenetic reconstruction, and population genomics approaches, students develop competencies that allow them to interpret complex datasets with scientific rigor. The learning unit strengthens analytical, ethical, and computational skills that are fundamental for advanced courses in genetics, evolution, molecular biology, and computational biology. This course is offered during the disciplinary stage within the Molecular Biology area, It is necessary to have completed the Genética de Poblaciones y Cuantitativa learning unit, and is mandatory for students in the Biology program.

III. GENERAL COMPETENCE OF THE LEARNING MODULE

Analyze and apply principles, methods, and tools of bioinformatics for the study of sequences, genomes, transcriptomes, proteins, phylogenies, and genetic variation, using specialized databases, software, and computational environments, with critical thinking, scientific ethics, and social responsibility.

IV. LEARNING EVIDENCE

Students will prepare a technical report in which they infer a biological pattern or phenomenon using genomic, transcriptomic, or proteomic datasets by applying bioinformatic analysis.

V. PROFESSIONAL COMPETENCY OF THE GRADUATE PROFILE TO WHICH THE LEARNING MODULE CONTRIBUTES

Identify and implement innovative solutions in molecular biology and biotechnology to address relevant regional and global problems, through the critical integration of knowledge and practical skills on molecular mechanisms and bioethical principles, to contribute to the well-being, sustainable and scientifically informed development of the region, with social responsibility, ethical commitment and academic rigor.

VI. CROSS-CUTTING THEME TO WHICH THE LEARNING MODULE CONTRIBUTES

Excellence and Innovation

VII. UNIT DESCRIPTIONS

Unit I. Fundamentals of Bioinformatics

Competency

Differentiate biological data types used in bioinformatics by examining commonly used algorithms for nucleic acid sequence analysis, to understand the relationship between bioinformatics and large-scale data analysis with a critical and organized approach.

Content

- 1.1 Applications of bioinformatics in the modern era
- 1.2 Principles of molecular biology
 - 1.2.1 DNA, RNA, and proteins
 - 1.2.2 Central dogma of molecular biology
 - 1.2.3 Structure and organization of prokaryotic and eukaryotic genomes
- 1.3 Algorithms used in bioinformatics
 - 1.3.1 Sequence alignment algorithms
 - 1.3.1.1 Sequence similarity and homology
 - 1.3.1.2 Global and local alignment
 - 1.3.1.3 Dot plots for sequence comparison
 - 1.3.1.4 BLAST and PSI-BLAST
 - 1.3.1.5 ClustalW, MUSCLE, MAFFT
 - 1.3.2 Phylogenetic analysis

Time Allotted

05 hours

Unit II. Genomics and Proteomics

Competency

Synthesize the theoretical foundations underlying large-scale production of molecular biological data by analyzing sequencing and data extraction methodologies, to distinguish the types of biological data analyzed in genomics, transcriptomics, and proteomics with a critical, responsible, and collaborative attitude.

Content

- 2.2 Genome annotation
- 2.3 Comparative genomics
- 2.4 Transcriptomics
 - 2.4.1 Microarrays
 - 2.4.2 RNA-seq
- 2.5 Proteomics
 - 2.5.1 Protein folding
 - 2.5.2 Structural determination (X-ray crystallography)
 - 2.5.3 Protein structure prediction
 - 2.5.4 Prediction of protein function and interactions
- 2.6 Proteome analysis tools
 - 2.6.1 Protein databases: SwissProt/TrEMBL, PIR, UniProt
 - 2.6.2 Functional databases: Pfam, GO, PROSITE, ENZYME, BioLiP

Time Allotted

05 hours

Unit III. Application and Interpretation of Bioinformatic Analyses

Competency

Analyze programming languages and scientific frameworks used to predict biological phenomena with the use of large-scale genomic, transcriptomic, and proteomic datasets, to understand their biological interpretation with responsibility and critical thinking.

Content

- 3.1 Programming foundations for bioinformatics
 - 3.1.1 Perl and Python as paradigms in bioinformatics
- 3.2 Case studies using genomic, transcriptomic, and proteomic datasets
 - 3.2.1 Horizontal gene transfer
 - 3.2.2 Genome-Wide Association Studies (GWAS)
 - 3.2.3 Drug target identification and drug design
 - 3.2.4 Gene expression prediction
 - 3.2.5 Protein folding prediction
 - 3.2.6 Prediction of protein-protein interactions

Time Allotted

06 hours

VIII. STRUCTURE OF WORKSHOP PRACTICES**Unit I. Fundamentals of Bioinformatics****Workshop 1: Sequence Mining Algorithms for Nucleic Acids*****Duration***

03 hours

Procedure

1. Attend the instructor's guidelines.
2. Compare commonly used databases for DNA and RNA sequence retrieval.
3. Perform sequence searches using BLAST.
4. Extract sets of nucleic acid sequences.
5. Prepare and submit a laboratory report.

Support resources

- BLAST
- GenBank
- Computer
- Internet
- References

Workshop 2: Protein Mining Tools***Duration***

03 hours

Procedure

1. Attend instructor's guidelines.
2. Compare protein repository databases.
3. Extract protein sequences from a selected protein family.
4. Prepare and submit a laboratory report.

Support resources

- UniProt
- RCSB PDB
- Computer
- Internet
- References

Workshop 3: Alignment of Homologous Sequences

Duration

03 hours

Procedure

1. Attend instructor's guidelines.
2. Perform manual alignment of DNA sequences.
3. Apply multiple sequence alignment algorithms (Clustal, MAFFT, etc.).
4. Compare aligned homologous vs. divergent sequences.
5. Submit a comparative report.

Support resources

- Clustal
- MAFFT
- Computer
- Internet

Workshop 4: Algorithms for Phylogenetic Reconstruction

Duration

06 hours

Procedure

1. Attend instructor's guidelines.
2. Infer the nucleotide substitution model using jModelTest.
3. Apply phylogenetic reconstruction using distance, maximum likelihood, and Bayesian methods.
4. Submit a comparative report.

Support resources

- jModelTest
- MrBayes
- RAxML
- Computer
- Internet

Unit II. Genomics and Proteomics

Workshop 5: Genome Assembly Tools

Duration

06 hours

Procedure

1. Attend instructor's guidelines.
2. Extract raw sequencing data from a third-generation sequencing project.
3. Perform reference-based and de novo assembly using multiple algorithms.
4. Calculate assembly quality metrics.
5. Compare and report algorithm performance.

Support resources

- Newbler
- Arachne
- Velvet
- SPAdes
- AllPaths-LG
- GapFiller
- ICORN2
- REAPR
- FastQC

Workshop 6: Genome Annotation Tools

Duration

06 hours

Procedure

1. Attend instructor's guidelines.
2. Perform functional annotation of the assembled genome.
3. Compare annotations from different algorithms.
4. Submit an annotated comparison report.

Support resources

- UniProt ID
- AUGUSTUS
- Computer
- Internet

Unit III. Application and Interpretation of Bioinformatic Analyses

Workshop 7: Prediction of Tertiary Protein Structures

Duration

06 hours

Procedure

1. Attend instructor's guidelines.
2. Select protein sequences from Practice 2.

3. Predict tertiary structure using AlphaFold.
4. Analyze models using UCSF Chimera.
5. Submit a structural interpretation report.

Support resources

- AlphaFold
- UCSF Chimera
- Computer

Workshop 8: Prediction of Peptide-MHC Interactions

Duration

06 hours

Procedure

1. Attend instructor's guidelines.
2. Use protein models generated in Practice 7.
3. Predict protein interactions using RankPep and NetMHC.
4. Submit an interaction analysis report.

Support resources

- RankPep
- NetMHC
- Computer

Workshop 9: Analysis of Genetic Association Studies (GWAS)

Duration

06 hours

Procedure

1. Attend instructor's guidelines.
2. Load a simplified GWAS dataset provided by the instructor.
3. Perform quality control steps (filtering missing data, minor allele frequency, etc.).
4. Generate Manhattan and Q-Q plots using appropriate software.
5. Identify SNPs significantly associated with the trait of interest.
6. Interpret biological relevance by consulting genomic annotation resources.
7. Submit a report summarizing the analytical workflow and findings.

Support resources

- R (qqman package)
- PLINK
- UCSC Genome Browser
- Computer
- Internet

Workshop 10: Biological Pattern Recognition from Genomic and Transcriptomic Data

Duration

03 hours

Procedure

1. Attend instructor's guidelines.
2. Load genomic and transcriptomic datasets provided by the instructor.
3. Apply clustering algorithms to identify biological patterns (e.g., hierarchical clustering, k-means).
4. Conduct differential expression analysis using selected tools.
5. Integrate results to infer potential biological processes or pathways involved.
6. Submit a written interpretation of the detected patterns and their biological significance.

Support resources

- R (tidyverse, DESeq2)
- Galaxy
- Computer
- Internet

IX. METHODOLOGY AND STRATEGIES

Course framework

On the first day of class, each instructor must establish the working methods, evaluation criteria, quality of academic work, and teacher-student rights and responsibilities.

Teaching strategies

- Case study
- Project-based method
- Problem-based learning
- Case-based learning
- Question-based learning
- Expository technique
- Guided discussion
- Guided instruction

Learning strategies

- Empirical research
- Collaborative work
- Expository technique
- Mind maps
- Concept maps
- Comparative charts

X. EVALUATION CRITERIA

Accreditation criteria

To be eligible for ordinary and extraordinary exams, each student must meet the attendance percentages established by the current School Statute. Grades are on a scale from 0 to 100, with a minimum passing grade of 60.

Assessment criteria

– Midterm assessments	20%
– Workshops	60%
– Technical report	20%
Total	100%

XI. BIBLIOGRAPHY

Resources of the UABC physical and digital library

GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>)

UCSC Genome Browser (<https://genome.ucsc.edu/>)

UniProt (<https://www.uniprot.org/>)

Protein Data Bank (<https://www.rcsb.org/>)

Freely Accessible or External Complementary Resources

Cock, P. J. A., et al. (2015). Galaxy: a comprehensive approach for supporting accessible, reproducible, and transparent computational research in the life sciences. *Genome Biology*, 16(1), 86. <https://doi.org/10.1186/s13059-015-0646-1>

Lesk, A. M. (2019). *Introduction to Bioinformatics* (5th ed.). Oxford University Press.

Mount, D. W. (2004). *Bioinformatics: Sequence and Genome Analysis* (2nd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press. [classic]

NCBI Resource Coordinators. (2022). Database resources of the National Center for Biotechnology Information. *Nucleic Acids Research*, 50(D1), D20–D26.

Pevsner, J. (2015). *Bioinformatics and Functional Genomics* (3rd ed.). Wiley.

XII. TEACHER PROFILE

Bachelor's degree in Biology or a related field, with a graduate experience in Bioinformatics, Genomics, Biological Sciences, or related disciplines. The instructor must possess experience in analyzing biological data using computational tools, including demonstrated experience

through scientific publications that apply bioinformatic methods such as sequence analysis, genome annotation, phylogenetics, or population genomics. At least two years of teaching experience in higher education in areas such as molecular biology, genetics, evolution, or computational biology is required. Desirable qualifications include proficiency in bioinformatics software, basic programming skills (Python or R), and the capacity to integrate biological knowledge with computational and ethical principles, promoting critical thinking, teamwork, and scientific rigor among students.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Biología del Desarrollo
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Laboratorio: 03 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas Magdiel Orozco Valdivia
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Biología del Desarrollo que pertenece al área de conocimiento de biología molecular y celular es fundamental en la disciplina de las Ciencias Biológicas, ya que integra los conocimientos de genética, biología molecular y celular para explicar el complejo proceso de la formación de un organismo multicelular. El estudiantado adquirirá conocimientos sobre los mecanismos de diferenciación, morfogénesis y organogénesis y desarrollará habilidades para analizar procesos dinámicos y multicausales, aplicando este saber para comprender las bases del desarrollo de enfermedades, la evolución de la forma y los principios de la medicina regenerativa. Perteneciente a la etapa disciplinaria y de carácter obligatorio.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los procesos morfogenéticos y de diferenciación celular que conducen a la formación de un organismo multicelular, mediante la integración de los principios de la biología molecular, celular, genética, para explicar el origen de la forma, la función y la diversidad biológica, así como las bases del desarrollo de enfermedades, con rigor científico, pensamiento crítico y una perspectiva ética.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Portafolio de artículos de comunicación breve: Elaboración de un portafolio de reportes en un formato de comunicación breve, realizado con rigor científico y retroalimentado de forma colaborativa y una bitácora con los procedimientos básicos de laboratorio.
2. Seminario de análisis de caso: Presentación oral en la que el estudiante expone y evalúa críticamente aplicaciones de los mecanismos fundamentales del desarrollo, demostrando su capacidad para comunicar ideas complejas, sintetizar información de fuentes primarias y defender sus conclusiones.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos del Desarrollo Embrionario Temprano

Competencia

Explicar los eventos celulares y moleculares de la gametogénesis, fecundación y segmentación, mediante el análisis de modelos gráficos y la interpretación de evidencia experimental, para comprender cómo se establece el potencial de desarrollo del embrión, con rigor científico y curiosidad intelectual.

Contenido

- 1.1. Linaje Germinal y Gametogénesis
 - 1.1.1. Especificación y migración de las células germinales primordiales
 - 1.1.2. Diferenciación gonadal y su influencia en la gametogénesis
 - 1.1.3. Contribuciones maternas al desarrollo temprano: ARNm y proteínas
- 1.2. Fecundación y Activación Cigótica
 - 1.2.1. Mecanismos moleculares de la interacción espermatozoide-ovocito
 - 1.2.2. Eventos de la activación del ovocito y la transición a un programa de desarrollo
- 1.3. Segmentación
 - 1.3.1 Regulación del ciclo celular durante la segmentación
 - 1.3.2 Mecanismos de regulación epigenética: Metilación del ADN y modificación de histonas en la activación del genoma cigótico y restricción del potencial celular
- 1.4. Formación del Blastocisto
 - 1.4.1. Especificación del trofoblasto y la masa celular interna en mamíferos

Duración

12 horas

Unidad II. Gastrulación y Establecimiento del Plan Corporal**Competencia:**

Explicar los movimientos celulares coordinados durante la gastrulación, mediante la integración de los principios de señalización celular y la comparación de modelos en vertebrados, para definir cómo se establecen las capas germinales y los ejes corporales, con un pensamiento integrador y ética académica.

Contenido

- 2.1. Mecanismos moleculares de la morfogénesis
 - 2.1.1 Adhesión diferencial (Cadherinas), interacción célula-matriz y movimiento morfogénicos
 - 2.1.2. Señalización celular: Morfógenos y vías paracrinas conservadas
 - 2.1.3. Regulación transcripcional, factores de transcripción maestros y redes de regulación génica
- 2.2. Formación de las Capas Germinales
 - 2.2.1. El concepto de inducción y el organizador de Spemann-Mangold
 - 2.2.2. Inducción y especificación del mesodermo y endodermo
 - 2.2.3. Gastrulación comparada en vertebrados (anfibios, aves, mamíferos)
- 2.3. Especificación de los Ejes Embrionarios
 - 2.3.1. Establecimiento del eje Dorso-Ventral mediante gradientes de BMP
 - 2.3.2. Mecanismos de señalización en la formación de los ejes Antero-Posterior e Izquierda-Derecha

Duración

9 horas

Unidad III. Organogénesis del Eje Corporal y Sistema Nervioso**Competencia**

Examinar la aplicación de los principios de inducción y señalización en la formación de la notocorda, los somitas y el sistema nervioso, mediante el análisis de cascadas de regulación génica y procesos morfogénicos clave, para comprender la organogénesis del eje corporal, con precisión en el análisis y honestidad.

Contenido

- 4.1. Desarrollo del Mesodermo Axial y Paraxial
 - 4.1.1. Formación de la notocorda
 - 4.1.2. Segmentación del mesodermo paraxial: formación y diferenciación de los somitas

4.2. Neurulación y Regionalización del Tubo Neural

4.2.1. Inducción de la placa neural

4.2.2. Mecanismos celulares del plegamiento y cierre del tubo neural

4.2.3. Establecimiento de patrones Dorso-Ventrales y Antero-Posteriores en el sistema nervioso central

4.3. La Cresta Neural y sus Derivados

4.3.1. Inducción y transición epitelio-mesénquima de las células de la cresta neural

4.3.2. Rutas de migración y diferenciación de la cresta neural

4.4. Especificación de la Identidad Axial y los Genes Hox

4.4.1. El principio de colinealidad de los complejos de genes Hox

4.4.2. El rol de los genes Hox en la especificación regional del esqueleto axial y el sistema nervioso

Duración

9 horas

Unidad IV. Desarrollo de Sistemas de Órganos

Competencia

Analizar la organogénesis de sistemas complejos como las extremidades y el aparato reproductor, mediante el estudio de casos modelo que ilustran interacciones tisulares y señalización recíproca, para explicar los mecanismos de la morfogénesis, con pensamiento crítico en la interpretación de la evidencia y perseverancia intelectual.

Contenido

4.1. Desarrollo del corazón y extremidades

4.1.1. Inducción de la yema de la extremidad e interacciones mesénquima-epitelio

4.1.2. Los centros de señalización (AER y ZPA) y la especificación de los ejes de la extremidad

4.1.3. Apoptosis como mecanismo morfogenético

4.2. Determinación y Diferenciación Sexual

4.2.1. La gónada bipotencial y la cascada de determinación sexual en mamíferos

4.2.2. El papel de las hormonas en la diferenciación de los conductos y genitales

Duración

9 horas

Unidad V. Perspectivas Integradoras del Desarrollo

Competencia

Aplicar los mecanismos fundamentales del desarrollo con sus implicaciones en otros campos, mediante la integración de conceptos de Evo-Devo, biología de células madre y patología, para contextualizar su importancia en la evolución, la salud y la enfermedad, con una perspectiva integradora y responsabilidad ética.

Contenido

6.1. Biología Evolutiva del Desarrollo (Evo-Devo)

6.1.1. Mecanismos de cambio evolutivo morfológico (heterocronía, heterotopía)

6.2. Células Madre, Homeostasis y Regeneración Tisular

6.2.1. Propiedades de las células madre embrionarias y adultas

6.2.2. El concepto de nicho de células madre y su rol en la homeostasis de tejidos

6.2.3. Mecanismos celulares y moleculares de la regeneración

6.3. Bases del Desarrollo de Enfermedades

6.3.1. Teratología: principios de los defectos congénitos inducidos por el ambiente.

6.3.2. Cáncer como enfermedad de la desregulación de vías del desarrollo

6.3.3. Aplicaciones de las células madre pluripotentes inducidas (iPSCs) en la medicina regenerativa

Duración

9 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Fundamentos del Desarrollo Embrionario Temprano

Práctica 1: Gametogénesis

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Elabora la metodología a seguir en un documento de texto personalizado.
2. Atiende a las indicaciones del docente al observar el recurso digital.
3. Observar e identificar el epitelio germinativo mediante laminillas.
4. Describe el epitelio germinativo en el documento de texto personalizado.
5. Realiza la técnica de tinción Wright para la identificación y descripción de gametos.
6. Identifica y analiza las modificaciones que se hicieron en la metodología principal.

7. Anota las observaciones microscópicas en un documento de texto personalizado y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Kit de Tinción Wright.
- Láminas histológicas de gónadas.
- Equipo de microscopio óptico.
- Equipo de cómputo y recurso digital.

Práctica 2: Establecimiento de pie de cría

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Propone un diseño experimental del establecimiento del pie de cría.
2. Establece pie de cría de modelo animal de fecundación externa.
3. Realiza técnicas de mantenimiento y reproducción de pie de cría.
4. Organiza el plan de mantenimiento del pie de cría.
5. Realiza técnicas de reproducción de pie de cría, identificando y estudiando ciclos reproductivos, patrones de comportamiento del modelo animal.
6. Escribe los resultados en su bitácora personal y los entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Modelo animal.
- Peceras.
- Agua filtrada.
- Alimento.
- Bomba de aire.
- Termómetro.
- Kit de mantenimiento de agua.

Práctica 3: Fecundación y segmentación de cigoto

Duración

3 horas

Procedimiento

1. Elabora el diseño metodológico de la investigación.
2. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
3. Recolecta e identifica gametos maduros para la fertilización.

4. Realiza técnicas de fertilización in vitro de gametos.
5. Observa, identifica y describe los pasos de la fecundación.
6. Observa, identifica y describe las células en formación en el cigoto.
7. Diseña/adapta instrumentos de recolección de datos.
8. Escribe el diseño metodológico en su bitácora personal y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Modelo animal.
- Matraz.
- Cajas petri.
- Goteros.
- Agua filtrada.
- Portaobjetos.
- Cubreobjetos.
- Microscopio.

Unidad II. Gastrulación y Establecimiento del Plan Corporal

Práctica 4: Gastrulación

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación.
3. Recolecta e identifica gametos maduros para la fertilización.
4. Realiza técnicas de fertilización in vitro de gametos.
5. Observa, identifica y analiza el patrón y movimiento de grupos celulares en desarrollo.
6. Determina el plan corporal de la gástrula e identifica los ejes embrionarios.
7. Escribe los resultados observados en la práctica de laboratorio.
8. Compara la gastrulación del modelo animal estudiado con otros modelos animales.
9. Identifica y analiza las diferencias en la gastrulación en distintos modelos animales.
10. Escribe los resultados en su bitácora personal y los entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Modelo animal.
- Matraz.
- Cajas petri.
- Goteros.
- Agua filtrada.
- Portaobjetos.

- Cubreobjetos.
- Microscopio.

Unidad III. Organogénesis del Eje Corporal y Sistema Nervioso

Práctica 5: Neurulación y observación de coleo espontáneo

Duración

9 horas

Procedimiento

1. Realiza el diseño metodológico de la práctica en bitácora personal.
2. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
3. Mantiene y reproduce al pie de cría.
4. Obtiene ovocitos fecundados y realiza técnicas de mantenimiento de embriones.
5. Observa, identifica y describe a detalle el proceso de neurulación.
6. Determina la etapa del desarrollo embrionario mediante el coleo espontáneo.
7. Identifica los patrones de movimiento y determina el tiempo de actividad.
8. Escribe los resultados en una bitácora personal.
9. Analiza el coleo espontáneo mediante el recurso digital didáctico para determinar la cantidad de coleos espontáneos en los embriones.
10. Integra el análisis de los resultados y su inferencia en un reporte al estilo de comunicación breve.
11. Escribe los resultados en su bitácora personal y los entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Modelo animal.
- Cajas de Petri y goteros.
- Agua filtrada.
- Equipo de estereoscopia.
- Equipo de cómputo y software.
- Recurso digital didáctico.
- Hojas de registro o software de hoja de cálculo.

Unidad IV. Desarrollo de Sistemas de órganos

Práctica 6: Organogénesis, identificación de mesénquima (esclerotoma)

Duración

9 horas

Procedimiento:

1. Realiza el diseño metodológico de la práctica en bitácora personal.
2. Atiende a la incubación de huevos de gallina fecundada y anota. De cronometrar el tiempo de incubación.
3. Determina la etapa del desarrollo embrionario y prepara al embrión para su diafanización.
4. Anota las observaciones en la bitácora personal.
5. Fija el embrión y realiza la técnica de Dawson.
6. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
7. Analiza e identifica el desarrollo de tejido proveniente de la mesénquima.
8. Compara la organogénesis en distintas etapas del desarrollo embrionario con sus compañeros.
9. Escribe los resultados en una bitácora personal y los entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Huevos de gallina fecundados.
- Estuche de disección.
- Reactivos para fijar tejidos por el método de deshidratación.
- Reactivos para diafanización (técnica de Dawson).

Unidad V. Perspectivas Integradoras del Desarrollo

Práctica 7: Estudios de toxicidad durante el desarrollo embrionario.

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Realiza el diseño metodológico de la práctica en bitácora personal.
2. Mantiene y reproduce al pie de cría.
3. Obtiene ovocitos fecundados y realiza técnicas de mantenimiento de embriones.
4. Determina dosis teratogénicas de distintas sustancias químicas.
5. Expone a los embriones a distintas dosis del teratógeno y en distintas etapas del desarrollo embrionario.
6. Observa e identifica la presencia de malformaciones.

7. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
8. Fija a los embriones por el método de deshidratación.
9. Realiza el método de desparafinación.
10. Realiza técnicas de tinción con Hematoxilina-Eosina.
11. Observa e identifica el tejido embrionario expuesto al teratógeno.
12. Comparar el tejido embrionario expuesto al teratógeno con tejido embrionario sano.
13. Integra el análisis de los resultados y su inferencia en una reporte al estilo de comunicación breve

Recursos de apoyo

- Modelo animal.
- Reactivos para fijar tejidos por el método de deshidratación.
- Reactivos de desparafinación.
- Reactivos para tinción de Hematoxilina-Eosina.
- Cajas De Petri.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

El docente fungirá como un diseñador de experiencias y facilitador del conocimiento, implementando un enfoque centrado en el estudiante. Las metodologías empleadas para guiar el proceso son:

- Enseñanza Basada en Problemas
- Método de Estudio de Casos
- Evaluación Integradora
- Técnica expositiva

Estrategia de aprendizaje

- Resolución de Problemas y Análisis de Casos
- Aprendizaje Basado en Investigación
- Investigación Empírica
- Aprendizaje Colaborativo
- Análisis Cuantitativo de Datos
- Comunicación Científica

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para los estudiantes que no cumplan con los criterios para exentar, la calificación en el examen ordinario se compondrá de un 80% correspondiente a la calificación obtenida en dicho examen y un 20% del proyecto final. La calificación final se expresa en una escala de 0 a 100, requiriendo un mínimo de 60 para ser aprobatoria.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	50%
– Portafolio de reporte de comunicación breve y bitácora	35%
- Seminario de análisis de caso	15%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Carroll, S. B. (2006). *Endless Forms Most Beautiful: The New Science of Evo Devo*. W. W. Norton & Company.

Gilbert, S. F., & Barresi, M. J. F. (2021). *Biología del Desarrollo* (12a ed.). Editorial Médica Panamericana.

Lowe, C. J. (2019). The road to animal diversity: thoughts on nervous system evolution. *Current Opinion in Neurobiology*, 56, 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2018.12.015> [clásica]

Slack, J. M. W. (2021). *Essential Developmental Biology* (4th ed.). Wiley-Blackwell.

Wolpert, L., Tickle, C., & Martínez Arias, A. (2020). *Principios del Desarrollo* (6a ed.). Editorial Médica Panamericana.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Dryad. (s.f.). *Dryad*. Recuperado el 19 de septiembre de 2025, de <https://datadryad.org/>

HHMI BioInteractive: Recursos sobre la regulación de la glucosa y la respuesta al estrés.

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en biología o área afín. Se requiere un profesionista con grado de Maestría o Doctor en Ciencias en áreas afines a la Biología del Desarrollo, Biología Celular, Biología Molecular o Genética. Deberá contar con experiencia docente a nivel de licenciatura de al menos 2 años en asignaturas de estas áreas y preferentemente con experiencia en investigación demostrada a través de publicaciones científicas. Es deseable que posea la capacidad de integrar conocimientos de diversas disciplinas, fomente el pensamiento crítico y el análisis de evidencia experimental y tenga habilidad para guiar a los estudiantes en la lectura y discusión de literatura científica primaria.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Paleobiología
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Gonzalo De León Girón Diana Arenas Islas Gorgonio Ruiz Campos
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El curso de Paleobiología tiene como propósito general brindar los conocimientos necesarios para que el alumno pueda evaluar las interacciones de los organismos con su ambiente, tanto en el pasado como en el presente, y comprender procesos como, patrones de distribución espacial, especiación o extinciones. El carácter crítico e integrativo de la materia proporciona al estudiante la oportunidad de desarrollar habilidades de observación, creatividad y apertura a la colaboración con profesionales en otras ciencias como química, geología, física y ciencias forenses, ampliando su visión como científico

La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria, con carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento de Biodiversidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar condiciones paleoecológicas en distintos periodos del tiempo geológico, a través de referencias bibliográficas, análisis de rasgos litológicos, paleofaunísticos y estratigráficos, para explicar la relación entre procesos geológicos y desarrollo de la biota, con una actitud reflexiva y crítica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Presentación de un informe de investigación oral y escrito en el que se proponga una interpretación paleoambiental de una sección estratigráfica utilizando las herramientas y técnicas de la paleontología.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proponer acciones de prevención, mitigación y restauración del ambiente marino y costero alineado con los principios precautorios, a través de diagnósticos integrales, modelación de las capacidades y funcionamiento de los sistemas para coadyuvar en la toma de decisiones en beneficio del ambiente y sociedad, con un enfoque interdisciplinario, ético y orientado a la sostenibilidad.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Inclusión, Pensamiento Crítico, Igualdad de Género, Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Sedimentología y estratigrafía

Competencia

Identificar los conceptos básicos de sedimentología y estratigrafía, a través de referentes teóricos y ejemplos prácticos, para comprender su relación con los organismos y el ambiente a través del tiempo, con una actitud crítica y reflexiva

Contenido

- 1.1 Sedimentología
 - 1.1.1 Procesos que originan al sedimento
 - 1.1.2 Estructuras sedimentarias
- 1.2 Rocas sedimentarias
 - 1.2.1 Procesos de formación de las rocas sedimentarias
 - 1.2.2 Clasificación de las rocas sedimentarias
- 1.3 Estratigrafía
 - 1.3.1 Principios estratigráficos
 - 1.3.2 Unidades litoestratigráficas, bioestratigráficas y cronoestratigráficas
 - 1.3.3 Prospección y uso de mapas geológicos
- 1.4 Tiempo geológico
 - 1.4.1 Datación relativa
 - 1.4.2 Datación absoluta
 - 1.4.3 Tabla cronoestratigráfica

Duración

07 horas.

Unidad II. Ambientes sedimentarios y fosildiagénesis

Competencia:

Identificar las características de los ambientes sedimentarios, así como de los procesos tafonómicos y diagenéticos que interaccionan con la materia orgánica, para determinar las condiciones que prevalecieron durante la formación y/o alteración de los fósiles, con actitud propositiva y crítica

Contenido

- 2.1 Ambientes sedimentarios
 - 2.1.1 Continentales
 - 2.1.2 Marinos
 - 2.1.3 De transición
- 2.2 Fósiles y procesos de fosilización
 - 2.2.1 Diagénesis

- 2.2.2 Fosildiagénesis
- 2.2.3 Tipos de fósiles
- 2.2.4 Horizontes fosilíferos

Duración

09 horas.

Unidad III. Historia geobiológica de la Tierra

Competencia

Analizar eventos geobiológicos, mediante la revisión de referencias bibliográficas, para identificar la biota característica de cada intervalo y su respuesta a los distintos procesos geológicos, con una actitud reflexiva y crítica.

Contenido

- 3.1 Precámbrico
 - 3.1.1 Rasgos geológicos y paleogeográficos
 - 3.1.2 Condiciones paleoclimáticas
 - 3.1.3 Diversidad biológica
- 3.2 Paleozoico
 - 3.2.1 Rasgos geológicos y paleogeográficos
 - 3.2.2 Condiciones paleoclimáticas
 - 3.2.3 Diversidad biológica
- 3.3 Mesozoico
 - 3.3.1 Rasgos geológicos y paleogeográficos
 - 3.3.2 Condiciones paleoclimáticas
 - 3.3.3 Diversidad biológica
- 3.4 Cenozoico
 - 3.4.1 Rasgos geológicos y paleogeográficos
 - 3.4.2 Condiciones paleoclimáticas
 - 3.4.3 Diversidad biológica
- 3.5 Baja California
 - 3.5.1 Precámbrico y Paleozoico
 - 3.5.2 Mesozoico
 - 3.5.3 Cenozoico

Duración

10 horas

Unidad IV. Paleoecología**Competencia**

Examinar los datos basados en secciones estratigráficas, trabajo de campo, muestras de fósiles y referentes teóricos, para identificar y comprender las condiciones paleoecológicas de una formación geológica, con una actitud crítica y propositiva.

Contenido**4.1 Paleoecología**

4.1.1 Poblaciones y asociaciones fósiles

4.1.2 Métodos paleoecológicos

4.2 Caracterización paleoambiental

4.2.1 Interpretación de columnas estratigráficas

4.2.2 Tafonomía

4.2.3 Taxonomía aplica a restos fósiles

4.2.4 Análisis paleoambiental integrativo

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**Unidad I. Sedimentología y estratigrafía****Práctica 1: Identificación de rocas sedimentarias****Duración**

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones del docente
2. Organiza y enumera de muestras proporcionadas por el docente
3. Determina el tamaño de grano, forma de grano y estructura de cada muestra.
4. Asigna nombre a cada muestraEscribe el reporte

Recursos de apoyo

- Formato de prácticas con instrucciones de trabajo
- Muestras de rocas sedimentarias

Unidad II. Depósitos sedimentarios y fosilización

Práctica 2: Identificación de facies a partir de rocas sedimentarias

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones del docente
2. Trabaja con 3 muestras de rocas sedimentarias por equipo.
3. Asigna número de muestra.
4. Describe características sedimentarias, tamaño de grano, forma de grano, estructura general, estructuras sedimentarias y si lo hay, contenido fosilífero
5. Determina las características ambientales que prevalecieron durante la acumulación de los sedimentos de la roca
6. Escribe el reporte

Recursos de apoyo

- Formato de prácticas con instrucciones de trabajo
- Muestras de rocas sedimentarias con diferentes facies

Unidad III. Geología histórica

Práctica 3: Identificación de tipos de fósiles y tipos de fosilización

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones del docente
2. Organiza y enumera las muestras asignadas por el docente
3. Describe el contenido fósil de cada muestra
4. Determina el tipo de fósiles de cada roca (molde interno o externo, corporal, icnofósil, etc.).

5. Determina el tipo de fosilización que puede verse en cada muestra (impresión, carbonización, inclusión, momificación, etc.)Elabora el reporte

Recursos de apoyo

Unidad IV. Paleoecología

Práctica 4: Análisis tafonómico de asociaciones fósiles

Duración

06 horas

Procedimiento:

1. Atiende instrucciones del docente
2. Entrega de una muestra de roca con contenido fósil por equipo
3. Realiza la identificación taxonómica del material fósil (filo, clase, orden cuando sea posible).
4. Determina la asociación fósil (autoctonía vs aloctonía).
5. Determina y mide las variables tafonómicas (talla, integridad, acomodo).
6. Determina del ambiente sedimentario
7. Elabora el reporte

Recursos de apoyo:

- Formato de prácticas con instrucciones de trabajo
- Muestras de rocas sedimentarias con asociaciones tafonómicas

Práctica 5: Aplicación del espectro de hábitat en paleoecología

Duración

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Recibe y organiza base de datos
3. Realiza matriz de datos
4. Grafica datos a partir de la matriz
5. Interpreta el impacto de los diferentes ambientes de aporte a la orictocenosis original
6. Elabora el reporte.

Recursos de apoyo:

- Formato de prácticas con instrucciones de trabajo
- Base de datos con identificación de especies a partir de una orictocenosis
- Dispositivo electrónico con hoja de cálculo
- Hojas blancas y material de dibujo

Práctica 6: Estudio paleoambiental

Duración

11 horas

Procedimiento:

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Revisa y clasifica el material fósil obtenido en campo
3. Aplica acciones primarias de mantenimiento en el material fósil para estabilizarlo
4. Clasifica taxonómicamente a todos los grupos biológicos hallados en el material fósil
5. Define y aplica las variables tafonómicas
6. Realiza el levantamiento de la columna estratigráfica
7. Identifica el ambiente sedimentario y su evolución de acuerdo con la columna estratigráfica
8. Interpreta y unifica las líneas de evidencia para determinar las características del paleoambiente
9. Entrega partes del reporte conforme el avance en cada etapa.

Recursos de apoyo:

- Formato de prácticas con instrucciones de trabajo
- Base de datos con identificación de especies a partir de una orictocenosis
- Dispositivo electrónico con hoja de cálculo
- Hojas blancas y material de dibujo

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad I. Sedimentología y estratigrafía

Práctica 1: Levantamiento de una columna estratigráfica

Duración:

06 horas

Procedimiento:

1. Atiende instrucciones del docente
2. Visita a una zona o área con estratos visibles
3. Prospecciona la zona y determina de riesgos
4. Selecciona el perfil de trabajo
5. Mide del perfil, asigna números de estratos y mide cada uno
6. Describe las características sedimentarias por estrato, y fotografiado
Escribe el reporte.

Recursos de apoyo:

- Formato de prácticas con instrucciones de trabajo
- Cinta de medir flexible
- Cinceles

- Martillo geológico
- Bitácora
- Vendas de yeso
- Agua
- Papel secante o periódico
- Transporte universitario a la zona de trabajo

Unidad II. Sedimentología y estratigrafía

Práctica 2: Análisis paleoambiental de un afloramiento de Baja California

Duración

10 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones del docente
2. Salida a sitio de trabajo en campo
3. Prospecciona y analiza los riesgos
4. Selecciona el perfil de trabajo
5. Hace el levantamiento de columna estratigráfica
6. Recolecta muestras y datos por estrato
7. Prepara, etiqueta y embala las muestras para su transporte a laboratorio
8. Elabora reporte

Recursos de apoyo

- Formato de prácticas con instrucciones de trabajo
- Cinta de medir flexible
- Cinceles
- Martillo geológico
- Bitácora
- Vendas de yeso
- Agua
- Papel secante o periódico
- Mapa geológico de la zona
- Transporte universitario a la zona de trabajo

XI. 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.

Estrategia de enseñanza

Exposición de temas por parte del docente utilizando medios de apoyo audiovisual, y creación de foros de discusión en donde se analizarán distintos escenarios, fomentando el razonamiento de los temas.

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Cuadros comparativos

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir con 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

- Teoría: Tareas y actividades en clase..... 25%
- Teoría: Exposiciones.....15%
- Teoría: Examen escrito (tres parciales)20%
- Práctica: Reportes de laboratorio.....20 %

-Reporte final de una caracterización paleoambiental integral...20%

Total..... 100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Arena-Islas, D., Huerta-Díaz, M. A., Norzagaray-López, C., Mejía-Piña, K. G., Valdivieso-Ojeda, J. A., Otero, X. L. y Arcega-Cabrera, F.(2019). Calibration of portable X-ray fluorescence equipment for the geochemical analysis of carbonate matrices. *Sedimentary Geology*, 38, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2019.105517>
- Benton, M. J. y Harper, D. A. T. (2020). *Introduction to paleobiology and the fossil record* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Boggs, S. (2014). *Principles of sedimentology and stratigraphy*. (5th ed.). Pearson. [Clásica]
- Lyons, S. K., Behrensmeyer, A. K. y Wagner, P. J. (2019). *Foundations of paleoecology*. University of Chicago Press.
- Kidwell, S. M. (2013). Time-averaging and fidelity of modern death assemblages: Building a taphonomic foundation for conservation paleobiology. *Palaeontology*, 56(3), 487–522. [Clásica]
- Esquivel-Macías, C., Arenas-Islas, D., Flores-Castro, K. y Pérez-Mendoza, G.(2014). Caracterización de tafocies en la Formación Huayacocotla, Jurásico Inferior (Sinemuriano Superior) Centro Oriente de México. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 17 (2), 249–272. [Clásica]
- Levin, H. L. y King, J. D. T. (2016). *The earth through time* (11th ed.). John Wiley & Sons. [Clásica]
- Martin, R. E. (1999). *Taphonomy: A process approach*. Cambridge University Press. [Clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Patzkowsky, M. E. y Holland, M. M. (2012). *Stratigraphic paleoecology: Understanding the temporal and spatial distribution of fossil taxa*. Cambridge University Press. [Clásica]
- Seilacher, A. (2007). *Trace fossil analysis* (2nd ed.). Springer. [Clásica]

XIV. PERFIL DOCENTE

Debe contar con título de posgrado en Ciencias Biológicas, Geológicas o en un área afín, así como con experiencia docente relacionada con la paleontología, paleoclimatología, paleoecología o estratigrafía. Se espera además que tenga sentido ético, de liderazgo y responsabilidad, además de fomentar el entusiasmo, curiosidad científica y el interés del estudiantado por el estudio de la paleobiología y su aplicación en biología. Debe impulsar el trabajo colaborativo y aprendizaje constante con actitud reflexiva y comprometida con la sostenibilidad del entorno natural.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2026-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Sistemática Biológica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 03 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Andrés Martínez Aquino Angélica Colín Martínez Carlos Alberto Flores López
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Sistemática Biológica tiene como propósito abordar los conceptos y métodos filogenéticos contemporáneos para la clasificación de diversidad orgánica. Esta unidad de aprendizaje ofrecerá al estudiantado conocimientos de taxonomía, sistemática y métodos filogenéticos, los cuáles le ayudarán en su formación integral, para resaltar la importancia de la clasificación de la vida y su evolución a través de tiempo, espacio y forma y, por ende, para señalar a la sistemática como la base de los programas de estudio de la biodiversidad y su repercusión en las actividades humanas. Se imparte en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatoria, pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad. Se recomienda que el estudiantado tenga los conocimientos de todas las asignaturas orgánicas del área de Biodiversidad (eg., Diversidad Biológica, Invertebrados, Artrópodos, Microbiología, Artrópodos, Algas y Briofitas, Micología y Líquenes, Chordata, Biología Vegetal y Paleobiología).

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar las relaciones de ancestría-descendencia de los organismos biológicos a nivel morfológico y molecular, a través de métodos de análisis filogenéticos, para obtener árboles filogenéticos de especies y genes, y con ello, clasificar sobre un contexto evolutivo a la biodiversidad y coadyuvar a su entendimiento y comprensión de una manera sistematizada, con una actitud crítica, perseverancia y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- Reporte de comparación de análisis de métodos filogenéticos que combine información morfológica, molecular, biogeográfica, ecológica y evolutiva para demostrar los procesos y patrones que ocurren entre las relaciones de ancestría-descendencia de los organismos biológicos. El reporte llevará las secciones de portada, introducción, método, resultados, discusión y conclusiones.
- Exposición del reporte en un seminario final que aborde la sistemática y las relaciones filogenéticas de los organismos biológicos.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción a la sistemática

Competencia

Contextualizar la historia de las ideas, teorías y metodologías de la sistemática, a partir del análisis, comparación, discusión y exposición de literatura especializada, para construir un lenguaje técnico y un marco teórico de referencia sobre la clasificación de la biodiversidad, con una actitud crítica, perseverancia y responsabilidad.

Contenido

- 1.1. Concepción y definición de sistemática
- 1.2. La sistemática biológica
- 1.3. Historia y filosofía de la sistemática biológica
- 1.4. Taxonomía y sistemática
- 1.5. El método comparativo
- 1.6. Códigos de nomenclatura biológica y bases de datos internacionales (ICZN, ICBN, GBIF, GenBank, BOLD, Tree of Life)

Duración:

02 horas

Unidad II. El concepto de especie en Biología

Competencia

Evaluar los conceptos de “especie” usados en Biología, a través de una búsqueda bibliográfica especializada, considerando su desarrollo histórico, filosófico, similitudes y diferencias, para identificar su utilidad en la organización y clasificación de la biodiversidad, con una actitud crítica, perseverancia y responsabilidad.

Contenido

- 2.1. Historia y posturas filosóficas del concepto de especie
- 2.2. Conceptos de especie (morfológico, biológico, filogenético, ecológico, genómico)
- 2.3. Patrones de especiación
 - 2.3.1. Anagénesis y cladogénesis
 - 2.3.2. Geográfica
 - 2.3.3. Ecológica
 - 2.3.4. Especiación con flujo génico, hibridación y reticulación
 - 2.3.5. Especies crípticas y uso de datos genéticos para su delimitación

Duración:

6 horas

Unidad III. Caracteres y fuentes de información

Competencia

Evaluar las técnicas numéricas en el análisis taxonómico con datos morfológicos y moleculares, mediante el análisis de literatura científica especializada y el desarrollo de ejercicios prácticos computacionales, para evaluar su funcionalidad en la reconstrucción de hipótesis filogenéticas y su aplicación en los grupos biológicos y catalogación en museos y colecciones biológicas, con una actitud crítica, perseverancia y responsabilidad.

Contenido

- 3.1. Caracteres cualitativos y cuantitativos
- 3.2. Caracteres morfológicos
- 3.3. Caracteres moleculares (ADN, ARN, proteínas, genomas completos)
- 3.4. Combinación de caracteres y taxonomía integrativa
- 3.5. Nuevas fuentes de datos: eDNA, transcriptómica, proteómica, microbiomas

Duración:

06 horas

Unidad IV. Conceptos filogenéticos

Competencia

Esquematizar los conceptos aplicados en los métodos de inferencia filogenética, mediante el análisis de literatura científica especializada y estudios empíricos, para evaluar hipótesis filogenéticas y los procesos evolutivos ocurridos entre los organismos biológicos a través del tiempo, espacio y forma, con una actitud crítica, perseverancia y responsabilidad.

Contenido

- 4.1. Homología y homoplasia
- 4.2. Criterios de homología
- 4.3. Dendogramas: interpretación, similitudes y diferencias
- 4.4. Grupos monofileticos, parafileticos, polifileticos y grupo externo
- 4.5. Sistemática, biogeografía y filogeografía
- 4.4. Sistemática, registro fósil y evolución

Duración:

03 horas

Unidad V. Métodos en reconstrucción filogenética**Competencia**

Evaluar los métodos de reconstrucción filogenética, a través del análisis de estudios de referencia empíricos y el desarrollo de ejercicios prácticos computacionales, para seleccionar aquellos métodos que usen mayor evidencia biológica, mejor soporte estadístico, teórico y conceptual, con una actitud crítica, perseverancia y responsabilidad.

Contenido

- 5.1. Historia y desarrollo de la sistemática filogenética
- 5.2. Gradística, fenética y cladística
- 5.3. Filogenias paramétricas: máxima verosimilitud y métodos bayesianos
- 5.4. Modelos de evolución molecular
- 5.5. Coalescencia y métodos de especies-árbol
- 5.6. Estimación de tiempo evolutivo: reloj molecular, calibración fósil y cronogramas
- 5.7. Softwares filogenéticos (PAUP, MrBayes, BEAST, IQ-TREE, RAxML, MEGA)

Duración:

09 horas

Unidad VI. Sistemática en el siglo XXI**Competencia**

Valorar la importancia de la sistemática en la actualidad, a través de la comparación empírica de sus aplicaciones en distintas disciplinas de las ciencias de la vida, para planificar desde enfoques multidisciplinarios el estudio, mantenimiento, preservación y conservación de la biodiversidad, con pensamiento crítico, disciplina y responsabilidad.

Contenido

- 6.1. Museos, colecciones e inventarios biológicos digitales
- 6.2. Sistemática y biodiversidad: casos de estudio
- 6.3. Aplicaciones de la sistemática en conservación biológica y políticas públicas
- 6.4. Programas y redes internacionales de sistemática para el estudio de la biodiversidad
- 6.5. Taxonomía integrativa en la era de las “OMICs” en el siglo XXI
- 6.6. Ética, legislación y acceso a recursos genéticos (Convenio de Diversidad Biológica, Protocolo de Nagoya, derechos de comunidades)

Duración:

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Introducción a la sistemática

Práctica 1: Elementos para el estudio de la historia de la sistemática

Duración:

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Documenta el origen de la sistemática durante el desarrollo de la historia y filosofía de la Biología mediante la revisión de literatura especializada.
3. Analiza los fundamentos de la clasificación de las especies.
4. Compara los métodos de clasificación a lo largo del desarrollo de la ciencia de la Biología.
5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y entrega el diseño.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos).
- Computadora.
- Internet.
- Editor de texto.

Unidad II. El concepto de especie en Biología

Práctica 2: Elementos para el estudio del concepto de especie en Biología

Duración:

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Documenta los distintos conceptos de especie en biología.
3. Analiza los principales conceptos de especie y sus criterios.
4. Compara los conceptos de especie, sus criterios, detecta similitudes y diferencias, y su utilidad para la clasificación de las especies que conforman a la diversidad biológica.

5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y entrega el diseño.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos).
- Computadora.
- Internet.
- Editor de texto.

Unidad III. Caracteres y fuentes de información

Práctica 3: Elementos para el estudio de caracteres

Duración:

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Documenta los distintos tipos de caracteres a nivel morfológico y molecular para su uso en la reconstrucción filogenética.
3. Analiza los caracteres funcionales para la reconstrucción filogenética.
4. Compara el comportamiento de los caracteres sobre los árboles filogenéticos.
5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y entrega el diseño
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos).
- Computadora.
- Internet.
- Editor de texto.

Unidad IV. Conceptos filogenéticos

Práctica 4: Elementos para el estudio de conceptos filogenéticos

Duración:

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Documenta los distintos conceptos para el estudio filogenético.
3. Analiza el comportamiento de caracteres y sus conceptos a nivel morfológico y molecular sobre una topología filogenética.
4. Compara los patrones evolutivos de los caracteres sobre las topologías de árboles filogenéticos a lo largo de sus ramas y nodos.

5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y entrega el diseño
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

Unidad V. Métodos en reconstrucción filogenética

Práctica 5: Elementos para el estudio de los métodos en reconstrucción filogenética

Duración:

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Operacionaliza una base de datos empírica de caracteres moleculares y proporcionada por el profesor.
3. Estima los estadísticos paramétricos para el análisis de las bases de datos moleculares y aplica los algoritmos de UPGMA, parsimonia, máxima verosimilitud y evolución mínima para la reconstrucción de los árboles filogenéticos.
4. Compara los modelos de sustitución y parámetros de las topologías de árboles filogenéticos resultantes de los distintos métodos.
5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y entrega el diseño.
6. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos).
- Computadora.
- Internet.
- Editor de texto.
- Software (de libre acceso y disponible en internet)

Unidad VI. Sistemática en el siglo XXI

Práctica 6: Elementos para el estudio de la sistemática en el siglo XXI

Duración:

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Documenta con estudios empíricos las distintas utilidades de la sistemática en el siglo XXI.
3. Analiza las distintas aplicaciones de la sistemática en múltiples disciplinas de las ciencias de la vida en el siglo XXI.
4. Compara las direcciones futuras de la sistemática en el siglo XXI.
5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y entrega el diseño.

6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Literatura especializada (libros y artículos).
- Computadora.
- Internet.
- Editor de texto.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

- Organizadores gráficos
- Ensayos

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- 2 exámenes escritos	20%
- Reportes de lectura	20%
- Exposición en equipo y reporte escrito	10%
- Prácticas de taller	20%
- Reporte y exposición de análisis de métodos para la reconstrucción filogenética	30%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025, 20 de marzo). *Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPDPPSO.pdf>
- Lemey, P., Salemi, M., & Vandamme A-M. (2009). *The phylogenetic handbook. A practical approach to phylogenetic analysis and hypothesis testing*. Cambridge University Press. [clásico]. <http://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=174699>
- Llorente, J. (1990). *La búsqueda del método natural, Fondo de Cultura Económica*. [clásica]. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/095/htm/busqueda.htm>
- Nei, M. & Kumar, S. (2000). *Molecular evolution and phylogenetics*. Oxford University Press. [clásico]. <https://web.p.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=8102f21c6fe846cd8b6fff52e7fd9d72%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=277646&db=nlebk>
- Plutynski, A. (2023). *The philosophy of biology: A beginner's guide*. Oxford University Press.
- Shanker, A. (2018). *Bioinformatics: sequences, structures, phylogeny*. Springer Nature. [clásico]. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-1562-6>
- Vargas, P. & Zardoya R. (2014). *The Tree of life: evolution and classification of living organisms*. Sunderland Mass, New York, Oxford University Press. [clásica]

http://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=216402&shelfbrowse_itemnumber=553092#holdings

Wiley, E.O. (1981). *Phylogenetics. Theory and practice of phylogenetic systematics*. Wiley-Blackwell. [clásica]. http://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=39203&shelfbrowse_itemnumber=87931#shelfbrowser

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Darriba, D., Taboada, G., Doallo, R., & Posada D. (2012) jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods*, 9, 772. <https://github.com/ddarriba/jmodeltest2>

Felsenstein, J. (s.f.). *Other lists of phylogeny software*. <http://evolution.genetics.washington.edu/phylip/software.html>

GenBank NCBI web site (s.f.). *GenBank Overview*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>

Gouy, M., Guindon, S. & Gascuel, O. (2010). Seaview version 4: a multiplatform graphical user interface for sequence alignment and phylogenetic tree building. *Molecular Biology and Evolution*, 27, 221-224. <http://doua.prabi.fr/software/seaview>

Katoh, K., Rozewicki, J. & Yamada, K.D., 2017. MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Briefing in Bioinformatics*, 20, 1160–1166. <https://doi.org/10.1093/bib/bbx108>

<https://mafft.cbrc.jp/alignment/server/large.html>

Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C. & Tamura K. (2018) MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35, 1547-1549. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy096> <https://www.megasoftware.net/>

National Library of Medicine (s.f.). *Basic Local Alignment Search Tool*. <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>

Rambaut, A. (2009) *FigTree: tree figure drawing tool*. University of Edinburgh, Edinburgh, Institute of Evolutionary Biology. <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>

Ronquist, F., Teslenko, M., Van Der Mark, P., Ayres, D.L., Darling, A., Höhna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M.A. & Huelsenbeck, J.P. (2012). MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across large model space. *Systematic Biology*, 61, 539-542. <http://nbisweden.github.io/MrBayes/download.html>

Stamatakis, A. (2014). *RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies*. *Bioinformatics* 30:1312–1313. <https://cme.h-its.org/exelixis/web/software/raxml/index.html>

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología , o área afín, con posgrado de ciencias biológicas, o experiencia probada en el área y docencia; con conocimientos avanzados en estudios de sistemática, biogeografía y evolución. Contar con cualidades de responsabilidad, ética y capaz de fomentar la colectividad científica en el grupo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Flora y Vegetación
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	José Delgadillo Rodríguez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de esta asignatura es introducir al estudiantado al estudio de flora y vegetación de Baja California, así como resaltar la importancia y uso sustentable de la biodiversidad vegetal en el contexto actual y mundial. Lo cual le permitirá valorar la diversidad biológica de México.

Se imparte en la etapa disciplinaria con carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad. Se requieren conocimientos de biología vegetal.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Distinguir las características de la flora y vegetación de México mediante la examinación e identificación taxonómica teórica y práctica de muestras botánicas, para discutir sobre su evolución, diversidad, ecología, distribución y manejo responsable, con una actitud crítica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Entrega y presentación de proyecto de investigación en campo de flora y vegetación en el cual relacione los conocimientos teórico-prácticos de biodiversidad vegetal estudiados en laboratorio y campo.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Diversidad Vegetal

Competencia

Analizar la teoría y conceptos sobre el origen de la flora y vegetación del mundo, a través del estudio de las formaciones vegetales, para valorar su diversidad y riqueza actual, con objetividad.

Contenido

- 1 1. Introducción
 - 1.1.1. Diversidad y riqueza vegetal
 - 1.1.2. Vegetación, flora y florística
- 1.2. Vegetación y Formaciones vegetales
 - 1.2.1 Boreal.
 - 1.2.2 Templada
 - 1.2.3 Tropical
 - 1.2.4 Árida
 - 1.2.5 Mediterránea.
 - 1.2.6 Otros

Duración

06 horas

Unidad II. Origen y evolución de la vegetación

Competencia

Analizar el origen de la flora de Norteamérica a través del estudio de las teorías y evidencias evolutivas para comprender la flora actual de la región, con visión científica.

Contenido

- 2.1. Origen y relaciones de la flora de Baja California
- 2.2. Elementos del Arcto-Terciario
- 2.3. Elementos del Madro-Terciario
- 2.4. Evolución de la flora Mediterránea
- 2.5. Evolución de la flora Sonorense

Duración

06 horas

Unidad III. Formas biológicas

Competencia

Examinar las formas biológicas mediante la relación de las adaptaciones morfológicas externas de las plantas con el clima, para explicar su disposición vertical y horizontal, con actitud propositiva.

Contenido

- 3.1. Formas de vida y/o biológicas.
- 3.2. Elementos para el estudio de las comunidades.
- 3.3 Análisis de comunidades vegetales.

3.4 Adaptaciones ante el cambio climático global (CCG).

Duración

06 horas

Unidad IV. Fitogeografía y regionalización

Competencia

Analizar la distribución geográfica de las plantas, en un contexto de la biodiversidad, a partir del estudio de su evolución y actual diversidad, para comprender las regiones fitogeográficas, con actitud analítica y sistemática.

Contenido

- 4.1. Fitogeografía
- 4.2. Regionalización.
- 4.3. Jerarquías.
- 4.4. Clasificación.
- 4.5. Endemismo.
- 4.6. Flora (nativa, autóctona, introducida, exótica)

Duración

05 horas

Unidad V. Flora y vegetación de México

Competencia

Comparar los diferentes tipos de vegetación de México, mediante su constatación en campo particularmente en las zonas áridas y semiáridas de Baja California, para valorar la diversidad florística, con actitud de respeto al medio ambiente.

Contenido

- 5.1. México y Baja California
 - 5.1.1. Clasificación.
 - 5.1.2. Vegetación costera (saladares y marismas).
 - 5.1.3. Matorrales costeros (californiano y suculento).
 - 5.1.4. Chaparral.
 - 5.1.5. Bosque de coníferas.
 - 5.1.6. Matorral desértico sonorense.
 - 5.1.7. Riparia, acuática, arvense o ruderal.

Duración

09 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Diversidad Vegetal

Práctica 1: Describir la morfología reproductiva para clasificar las diferentes familias botánicas.

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Observa las muestras de flores seleccionadas con el estereoscopio
3. Disposición floral en diagrama y fórmula floral
4. Describe la morfología reproductiva
5. Clasifica las diferentes familias botánicas
6. Entrega reporte

Recursos de apoyo

- Partes de flores frescas
- Estereoscopio
- Explicación gráfica
- Estuche disección

Unidad I. Diversidad vegetal

Práctica 2: Observación de muestras de flores con estereoscopios, y expresar su disposición floral con diagrama y fórmula floral.

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Observa las muestras de flores seleccionadas con el estereoscopio
3. Disposición floral en diagrama y fórmula floral
4. Describe la morfología reproductiva
5. Clasifica las diferentes familias botánicas
6. Entrega reporte

Recursos de apoyo

- Partes de flores frescas
- Estereoscopio

- Explicación gráfica
- Estuche disección
- Glosarios y guías

Unidad I. Diversidad vegetal

Práctica 3 :Observación de muestras de flores con estereoscopios, así como el uso de claves taxonómicas para su identificación a nivel de familia.

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Observa las muestras de flores seleccionadas con el estereoscopio
3. Disposición floral en diagrama y fórmula floral
4. Describe la morfología reproductiva
5. Identificar a nivel de familias botánicas
6. Entrega reporte

Recursos de apoyo

- Partes de ramas con flores frescas y hojas
- Estereoscopio
- Explicación gráfica
- Estuche disección
- Glosarios y guía
- Computadora o Laptop
- Claves taxonómicas escritas
- Claves taxonómicas electrónicas (<https://www.abatax.abaco2.org/web/>)

Práctica 4: Observación de muestras de tallos con estereoscopios, así como el uso de claves

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Observa las muestras de flores seleccionadas con el estereoscopio
3. Disposición de tipos de tallos.
4. Identificar a nivel de familias botánicas
5. Entrega reporte

Recursos de apoyo

- Partes de tallos
- Estereoscopio
- Explicación gráfica
- Estuche disección
- Glosarios y guía
- Computadora o Laptop
- Claves taxonómicas escritas
- Claves taxonómicas electrónicas (<https://www.abatax.abaco2.org/web/>)

Unidad I. Diversidad vegetal

Práctica 5: Observación de muestras de frutos con estereoscopios, así como el uso de claves taxonómicas.

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Observa las muestras de frutos seleccionadas
3. Identificar a nivel de familias botánicas
4. Entrega reporte

Recursos de apoyo

- Partes de frutos
- Estereoscopio
- Explicación gráfica
- Estuche disección
- Glosarios y guía
- Computadora o Laptop
- Claves taxonómicas escritas
- Claves taxonómicas electrónicas (<https://www.abatax.abaco2.org/web/>)

Unidad I. Diversidad vegetal

Práctica 6: Observación de muestras de semillas con estereoscopios, así como el uso de claves taxonómicas.

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.

2. Observa las muestras de frutos seleccionadas con el estereoscopio
3. Identifica el nivel de las diferentes familias botánicas y sus claves taxonómicas
4. Elabora y entrega reporte

Recursos de apoyo

- Partes de semilla
- Estereoscopio
- Explicación gráfica
- Estuche disección
- Glosarios y guía
- Computadora o Laptop
- Claves taxonómicas escritas
- Claves taxonómicas electrónicas (<https://www.abatax.abaco2.org/web/>)

Unidad I. Diversidad vegetal

Práctica 7: Herborización de muestras botánicas.

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza las muestras botánicas
3. Realiza el proceso de disección y deshidratación.
4. Elabora y entrega reporte

Recursos de apoyo

- Partes de plantas
- Papel cartulina
- Estuche disección
- Gomas
- Deshidratadora

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad II. Origen y evolución de la vegetación, Unidad III. Formas biológicas, Unidad IV. Fitogeografía y regionalización, Unidad V. Flora y vegetación de México

Práctica 1: Analizar las características biológicas y condiciones físicas de los tipos de vegetación y sus comunidades.

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica de campo.
2. Revisa llevar el equipo y recursos necesarios.
3. Se orienta con el GPS para llegar al lugar indicado y acampar.
4. Acude a diferentes áreas naturales
5. Realiza inventarios florísticos tomando fotos, viendo detalles con la lupa y aplicando tablas de clasificación de formas vegetales
6. Registra los hallazgos en su libreta de campo

Recursos de apoyo

- Libreta de campo
- Lupa
- Camara fotografica
- GPS
- Equipo para acampar
- Ropa de campo
- Guías de plantas.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Trabajo en campo
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	50%
– Examen de laboratorio final	30%
– Trabajo de investigación de campo	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Delgadillo, R. J. (1995). *Introducción al conocimiento bioclimático, fitogeográfico y fitosociológico del suroeste de Norteamérica (Estados Unidos-México)*. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, España [clásica].

Delgadillo, R. J. (1998). *Florística y ecología del norte de Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California.[clásica].

Rebman, J. & N.C. ROBERTS. (2012). *Baja California plant field guide*. San Diego Natural History Museum – Sunbelt Publications, California. [clásica]

Riley, J., J. Rebman, & S. Vanderplank. (2015). *Guía de plantas de la región del matorral rosetófilo costero del noroeste de Baja California, México*. Terra Peninsular-BRIT Press.

Rzedowski, J. (2010). *La Vegetación de México*. 1ra. Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. [clásica]

Wiggins, I. (1980). *Flora of Baja California*. Stanford University Press. USA. [clásica].

Recursos de acceso libre o complementarios externos

AbaTax (ABACo A.C.), FAMEX: Clave taxonómica para familia de plantas con flores (Magnoliophyta) de México. <http://www.abatax.abacoac.org/>

Brown, D.E., ed. (1982). The Biotic Communities of the American Southwest - United States and Mexico. *Desert Plants*, 4:1-341. Reprinted and revised 1994 as *Biotic Communities*:

Southwestern United States and Northwestern Mexico. University of Utah Press, [clásica].

Delgadillo, R. J. (2007). *El bosque de coníferas de la sierra San Pedro Mártir, Baja California*. Instituto Nacional de Ecología (INE), Semarnat.

Medrano, F. (2007). *Las comunidades vegetales de México: una propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México*. (2a ed.) Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).[clásica]

Simpson, M. (2010). *Plant Systematics*. (2nd ed.). Elsevier Academic Press.

Walter, J., Ch. S. Campbell, E. A. Kellogs, P. F. Stevens & M. J. Donoghue (2015). *Plant Systematics: a phylogenetic approach*. (4th ed.). Sinauer Associates

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, área afín, preferentemente con posgrado en ciencias naturales o experiencia probada en el área. Dos años de experiencia docente. Ser una persona responsable, proactiva y comprometida con el aprendizaje significativo de estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Conservación
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Alejandra Ramos González Angélica Colín Martínez Rosa Ana de Luca Zuria
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Brindar las bases conceptuales, éticas y metodológicas para comprender la conservación de la biodiversidad como un proceso complejo que articula dimensiones socioecológicas. La unidad aborda la crisis de biodiversidad, evalúa evidencia científica disponible, reconoce la pérdida de hábitat como uno de los factores centrales en la disminución de especies y analiza el potencial de la restauración y el rewilding como estrategias de mitigación.

Asimismo, promueve la reflexión crítica sobre la interacción entre actores sociales y las prácticas humanas que inciden en la conservación, incorporando perspectivas éticas y relaciones de colaboración respetuosa. Este enfoque impulsa el desarrollo de habilidades analíticas, pensamiento crítico y un sentido de responsabilidad socioambiental que fortalece la capacidad del estudiantado para interpretar problemáticas reales y fundamentar decisiones estratégicas de conservación en distintos contextos. Se ubica en etapa disciplinaria con carácter obligatorio, pertenece al área de conocimiento de Sistemas Socioecológicos, y permite aplicar aprendizajes previos para enfrentar problemas complejos de conservación, incorporando criterios éticos en la toma de decisiones.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Valorar problemáticas de conservación de la biodiversidad mediante la integración de principios ecológicos, enfoques socioecológicos y evidencia científica, con el propósito de fundamentar decisiones éticas, responsables y contextualizadas frente a la crisis de biodiversidad, actuando con pensamiento crítico, responsabilidad socioambiental e integridad científica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Presentación oral de una estrategia de conservación basada en evidencia que contenga descripción del problema, pregunta de conservación, síntesis de evidencia, actores sociales clave, intervención propuesta y resultados esperados.

Compendio de evidencias de taller.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento crítico, compromiso con la responsabilidad social y excelencia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. La conservación como responsabilidad humana: ética, crisis y complejidad

Competencia

Analizar la conservación de la biodiversidad desde una perspectiva ética y humana, mediante un enfoque transdisciplinario, con el propósito de comprender su complejidad, reconocer los dilemas éticos involucrados y explicar las causas de fracaso en proyectos de conservación, con responsabilidad socioambiental y pensamiento crítico.

Contenido

- 1.1. La crisis de biodiversidad y la urgencia de conservar
- 1.2. El compromiso ético por conservar
- 1.3. ¿Por qué fracasan tantos proyectos de conservación?
- 1.4. Factores ecológicos, sociales, económicos y políticos que se entrelazan
- 1.5. La necesidad de un enfoque transdisciplinario
- 1.6. Dilemas éticos y la dimensión humana en la conservación

Duración

06 horas

Unidad II. Conservación Basada en Evidencia

Competencia

Analizar críticamente la evidencia utilizada en conservación, evaluando la confiabilidad de la información, la credibilidad de la fuente y la relevancia contextual mediante el modelo ISR, con el propósito de identificar qué intervenciones funcionan, reconocer vacíos de información y favorecer decisiones responsables, objetivas y basadas en evidencia, actuando con pensamiento crítico y responsabilidad socioambiental.

Contenido

- 2.1. ¿Qué es la evidencia científica y por qué importa en la conservación?
- 2.2. Taxonomía y tipos de evidencia en conservación
- 2.3. Evaluación del peso de la evidencia usando el modelo ISR
- 2.4. Relevancia, aplicabilidad y contexto de la evidencia
- 2.5. Síntesis de evidencia: ¿qué funciona y qué no?
- 2.6. Limitaciones, sesgos y vacíos de información

Duración

10 horas

Unidad III. Restauración Ecológica y Rewilding

Competencia

Valorar la restauración ecológica y el *rewilding* como estrategias clave de conservación, mediante la revisión de sus principios, alcances, limitaciones y criterios básicos de evaluación y monitoreo, con el propósito de seleccionar intervenciones pertinentes y viables frente a la pérdida de hábitat y el cambio climático en distintos contextos, con pensamiento crítico, responsabilidad socioambiental y compromiso ético.

Contenido

- 3.1. La restauración ecológica y la recuperación de ecosistemas
- 3.2. Diseño y creación de hábitats artificiales
- 3.3. Uso de la conducta animal para evaluar la calidad y funcionalidad de los hábitats
- 3.4. El rewilding y la recuperación de procesos ecológicos
- 3.5. La paleoecología y la megafauna extinta
- 3.6. Las reintroducciones en proyectos de rewilding

Duración

08 horas

Unidad IV. Comunidades humanas y conservación

Competencia

Analizar la relación entre comunidades humanas y la conservación, identificando actores sociales, sus prácticas, motivaciones y vínculos con la biodiversidad, con el propósito de reflexionar sobre la viabilidad social de intervenciones de conservación y fortalecer la comunicación respetuosa y la colaboración con los usuarios del territorio, promoviendo la corresponsabilidad y el respeto socioambiental.

Contenido

- 4.1. Identificación y caracterización general de actores sociales en contextos de conservación
- 4.2. Relaciones de los actores sociales con la biodiversidad, el territorio y los ecosistemas
- 4.3. Introducción básica al Modelo Transteórico del Cambio
- 4.4. Reflexión sobre las etapas del modelo y su utilidad para comprender conductas humanas en conservación
- 4.5. Comunicación empática, consideraciones éticas y enfoques para fomentar prácticas sostenibles
- 4.6. Participación comunitaria, corresponsabilidad y herramientas de comunicación en conservación

Duración

08 horas

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. La conservación como responsabilidad humana: ética, crisis y complejidad

Práctica 1: Ética y extinción — El caso del Alca Gigante (*Pinguinus impennis*)

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica
2. Escucha el material “*La extinción del Alca Gigante y la ética*”, que narra cómo la explotación de esta especie condujo a su desaparición a mediados del siglo XIX.
3. Identifica los factores humanos y biológicos que contribuyeron a la extinción de la especie.
4. Reflexiona sobre cómo el desconocimiento ético y ecológico favoreció la extinción del Alca Gigante, y analiza qué patrones se presentan en la actualidad considerando los avances actuales en tecnologías, producción de conocimiento y acceso a la información.
5. Redacta una breve reflexión (media cuartilla) sobre las lecciones éticas que este caso ofrece para la conservación contemporánea y la responsabilidad humana en la protección de la biodiversidad.
6. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Archivo de audio *La extinción del Alca Gigante y la ética*.
- Computadora y audifonos.
- Internet.
- Lecturas complementarias sobre ética ambiental y extinciones antrópicas.

Práctica 2: El compromiso ético de conservar — El caso del equipo BBC y los pingüinos emperador

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica
2. Observa el fragmento del documental *Dynasties* y escucha el podcast complementario sobre el caso del equipo BBC y los pingüinos emperador.
3. Analiza la situación en la que las crías quedaron atrapadas y las razones por las cuales el equipo decidió intervenir.
4. Identifica las motivaciones éticas detrás de esta decisión y los principios que guiaron la acción, distinguiendo entre la regla de “no interferencia” y el concepto de intervención compasiva.

5. Reflexiona sobre cómo el compromiso ético de conservar puede implicar actuar frente a problemas que derivan de impactos humanos, como el cambio climático.
6. Elabora una breve reflexión (media cuartilla) donde expongas tu postura personal sobre cuándo y por qué podría ser éticamente válido intervenir en la naturaleza.
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Fragmento del documental *Dynasties* (BBC).
- Podcast sobre ética y conservación en el caso de los pingüinos emperador.
- Computadora.
- Internet.
- Lecturas complementarias sobre ética ambiental, conservación compasiva y responsabilidad humana frente al cambio climático.

Práctica 3: Cuando la conservación no funciona — causas y aprendizajes

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica
2. Escucha el material “*Cuando la conservación no funciona — causas y aprendizajes*”, que explica por qué muchos proyectos de conservación fallan, por qué estos fracasos rara vez se documentan y cuáles son los factores más comunes.
3. Revisa la tabla compartida que reúne distintos casos reales de proyectos de conservación que no funcionaron y selecciona uno de los estudios.
4. Lee el artículo correspondiente al estudio elegido y analiza qué acción de conservación se implementó y qué se esperaba lograr.
5. Identifica los factores que influyeron en el fracaso del proyecto (económicos, sociales, metodológicos, ecológicos, políticos, comunicacionales, entre otros).
6. Reflexiona sobre cómo podrían haberse evitado o mitigado estos problemas y redacta una media cuartilla con las causas principales del fracaso y los aprendizajes que ofrece el caso para mejorar el diseño de futuros proyectos de conservación.
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Archivo de audio *Cuando la conservación no funciona — causas y aprendizajes*.
- Tabla de casos de proyectos de conservación fallidos (material compartido por la docente).
- Artículos científicos correspondientes a los estudios seleccionados.
- Computadora y audífonos.
- Internet.

Práctica 4: Explorando la complejidad de la conservación

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica
2. Durante la primera hora del taller, visualiza dos o tres presentaciones de la Wildlife Conservation Expo, un evento internacional que reúne a especialistas de diversas disciplinas para compartir experiencias reales de conservación alrededor del mundo.
3. Elige una de las presentaciones para analizar con mayor profundidad e identifica la especie o el ecosistema que se busca conservar.
4. Reconoce los factores de amenaza que enfrenta la especie o el ecosistema (bióticos, abióticos, sociales, económicos o políticos), subrayando cómo estos factores interactúan entre sí.
5. Describe las acciones de conservación mencionadas en la presentación y los objetivos que buscan alcanzar.
6. Identifica los actores sociales involucrados y explica brevemente cómo contribuyen o podrían contribuir al proyecto.
7. Durante la segunda hora del taller, participa en un intercambio verbal breve con integrantes de otros equipos para compartir el caso analizado y conocer los retos y estrategias presentes en otros proyectos de conservación.
8. Redacta una reflexión final de no más de media cuartilla sobre cómo sobre cómo los factores identificados muestran la complejidad de la conservación y la necesidad de un enfoque transdisciplinario.
9. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Plataforma Wildlife Conservation Expo.
- Computadora y audífonos.
- Internet.
- Lecturas complementarias sobre conservación de la biodiversidad, participación social y enfoques transdisciplinarios en conservación.

Unidad II. Conservación Basada en Evidencia**Práctica 5: Evaluación de Evidencia Científica en Conservación****Duración:**

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica
2. Visualiza los videos introductorios sobre Evidence-Based Conservation y sobre el uso de la plataforma Conservation Evidence, y familiarízate con sus herramientas principales.
3. Lee el documento A Practical Guide to Evidence and Decision Making de William J. Sutherland para conocer los tipos y niveles de evidencia utilizados en conservación.

4. Ingresa al sitio Conservation Evidence, selecciona una synopsis de tu interés (por ejemplo, anfibios, aves, mamíferos, polinizadores, pastizales u otro grupo) y explora las acciones de conservación que incluye.
5. Elige un conjunto de acciones dentro de esa synopsis (por ejemplo, acciones relacionadas con restauración de hábitat, manejo de depredadores, reducción de perturbación humana u otro problema de conservación) y revisa los estudios que las respaldan, identificando su diseño general y sus resultados principales.
6. Elabora una tabla que incluya las acciones revisadas, el número de estudios, el tipo de evidencia, el nivel de efectividad reportado y si la evidencia indica que la acción funciona, no funciona o es insuficiente.
7. Analiza la consistencia y la solidez metodológica de la evidencia disponible y redacta una síntesis breve con tus conclusiones sobre la calidad general de la evidencia en la synopsis seleccionada.
8. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Videos introductorios sobre Evidence-Based Conservation.
- A Practical Guide to Evidence and Decision Making (Sutherland, 2024).
- Synopses del sitio Conservation Evidence.
- Computadora y audífonos.
- Internet.

Unidad III. Restauración Ecológica y Rewilding

Práctica 6: Evaluación de hábitats artificiales como herramienta de conservación

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica
2. Lee los artículos proporcionados por el docente sobre el uso de hábitats artificiales en proyectos de conservación y familiarízate con los objetivos, diseños y resultados de cada estudio.
3. Identifica el tipo de hábitat artificial utilizado (por ejemplo, cajas nido, refugios subacuáticos, plataformas, bebederos, comederos o refugios artificiales para fauna silvestre) y describe el propósito de su implementación.
4. Analiza la evidencia presentada en cada estudio y determina qué tan efectiva fue la intervención para resolver el problema de conservación planteado.
5. Elabora una síntesis breve comparando los casos revisados, destacando qué funcionó, qué no funcionó y qué elementos podrían mejorar el diseño o la implementación de hábitats artificiales en futuros proyectos.
6. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Artículos científicos seleccionados por el docente sobre hábitats artificiales.
- Computadora con acceso a internet.

Práctica 7: Diseño de intervenciones de restauración y rewilding basadas en evidencia

Duración:

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica
2. Retoma el elemento o problema seleccionado durante la salida de campo y describe su estado actual, su relevancia ecológica y las posibles consecuencias de no intervenir.
3. Busca evidencia científica relevante sobre intervenciones de restauración o rewilding aplicadas en casos similares, utilizando literatura académica, reportes técnicos, bases de datos especializadas, registros videográficos y otras fuentes confiables.
4. Evalúa la evidencia recopilada para identificar qué acciones han demostrado funcionar, cuáles no considerando criterios de calidad, confiabilidad y relevancia contextual.
5. Identifica acciones de restauración o rewilding respaldadas por evidencia sólida y analiza su pertinencia ecológica y social para el sitio visitado.
6. Diseña una propuesta de intervención que integre las acciones seleccionadas y su justificación basada en la evaluación de evidencia, describa los resultados esperados y los posibles riesgos o limitaciones, e incluya un plan básico de monitoreo que permita evaluar la efectividad de la intervención mediante indicadores ecológicos o de gestión.
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Artículos científicos y reportes técnicos seleccionados por el docente.
- Bases de datos de literatura científica.
- Material elaborado en la práctica de campo.
- Computadora con acceso a internet.

Unidad IV. Comunidades humanas y conservación

Práctica 8: Identificación y análisis de actores sociales

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica
2. Revisa tus observaciones del sitio de la práctica de campo y describe, de manera objetiva y respetuosa, las actividades humanas presentes en el área (por ejemplo, uso recreativo, tránsito, residuos, presencia de mascotas, asentamientos u otras prácticas relevantes).
3. Identifica a los actores sociales que interactúan con el sitio, tales como visitantes, residentes locales, deportistas, dueños de mascotas, autoridades municipales,

organizaciones civiles o comercios cercanos, reconociendo la diversidad de usos, necesidades y formas de relación con el espacio.

4. Clasifica a cada actor de forma general, considerando sus intereses, prácticas, vínculos con el área y el grado aproximado en que podrían influir o verse afectados por iniciativas de conservación, sin emitir juicios de valor sobre sus comportamientos.
5. Elabora un mapa simple de actores que muestre las posibles relaciones, interacciones, tensiones, o espacios de colaboración entre ellos, reconociendo que estas dinámicas pueden ser complejas y contextuales.
6. Redacta una síntesis breve que explique qué actores podrían ser prioritarios para dialogar o colaborar en el diseño de intervenciones de conservación, restauración o rewilding en el sitio, justificando la importancia de su participación desde una perspectiva de respeto, inclusión y corresponsabilidad.
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Notas, fotografías y materiales obtenidos durante la visita de campo.
- Mapas o imágenes del Cañón de Doña Petra.
- Computadora con acceso a internet.

Práctica 9: Viabilidad social y reflexiones sobre cambio de conducta en conservación

Duración:

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica
2. Revisa tu propuesta de intervención desarrollada en la Unidad III y reflexiona sobre su viabilidad social, considerando recursos económicos, grado de participación comunitaria y posibles apoyos o limitaciones por parte de grupos locales o autoridades.
3. Retoma los actores identificados en la Práctica 9 y reflexiona sobre cuáles podrían facilitar la implementación de la intervención y cuáles podrían presentar retos, tomando en cuenta prácticas observadas en campo y conocimientos generales sobre el uso del área.
4. Reflexiona sobre posibles razones por las que ciertos actores podrían colaborar o resistirse, considerando de manera general factores culturales, sociales o prácticos sin intentar realizar un análisis especializado.
5. Elige una conducta humana observada en el sitio (por ejemplo, residuos, perros sueltos, uso recreativo intenso) y describe cómo esta conducta afecta la conservación del área.
6. Explora de manera general cómo podría fomentarse un cambio positivo en dicha conducta, relacionándolo con ideas básicas del Modelo Transteórico del Cambio (por ejemplo, si el comportamiento parece no ser reconocido como problema, o si la persona ya muestra intención de mejorar).

7. Elabora un mensaje breve y empático dirigido a un actor hipotético, contextualizando la problemática y proponiendo una acción sencilla que pueda beneficiar tanto a la comunidad como al sitio, desde un enfoque respetuoso y colaborativo.
8. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Observaciones y notas obtenidas durante la visita de campo.
- Material introductorio sobre el Modelo Transteórico del Cambio (versión simplificada).
- Computadora con acceso a internet.
- Lecturas breves sobre participación comunitaria y comunicación en conservación (material proporcionado por la docente).

Práctica 10: Presentación de una Estrategia de Conservación Basada en Evidencia

Duración:

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Retoma el problema socioecológico trabajado en las prácticas anteriores y resume su estado actual y relevancia.
3. Revisa la evidencia científica analizada previamente, considerando los puntajes de confiabilidad, procedencia y relevancia contextual.
4. Identifica la acción de conservación con mayor respaldo por evidencia y confirma su pertinencia ecológica y social en el contexto estudiado.
5. Diseña una propuesta de intervención que integre la acción seleccionada, su justificación basada en evidencia y dos indicadores para evaluar su efectividad.
6. Elabora una presentación breve que exponga el problema, la evidencia clave, la intervención propuesta y sus indicadores.
7. Expone la presentación ante el grupo y atiende la retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Evidencia científica revisada en prácticas anteriores.
- Material elaborado en talleres previos.
- Computadora e internet.
- Presentaciones digitales (PowerPoint, Google Slides o Canva).

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad III: Restauración Ecológica y Rewilding

Práctica 1: Diagnóstico ecológico para identificar problemas de restauración y rewilding

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones para el desarrollo de la práctica
2. Realiza un recorrido por el sitio seleccionado y observa las condiciones actuales del ecosistema, registrando perturbaciones humanas, estado de la vegetación, presencia de fauna visible y calidad general del hábitat.
3. Reflexiona sobre el deterioro observado y registra notas sobre los posibles impactos ecológicos, sociales y ambientales asociados a las condiciones actuales del sitio.
4. Revisa publicaciones o registros de iNaturalist u otras plataformas de ciencia ciudadana para identificar la fauna y flora presentes en el área, incluyendo especies no detectadas directamente.
5. Elige un elemento clave del sitio que requiera atención de conservación —una especie, una parte del ecosistema o un problema específico— cuyas posibles soluciones involucren acciones de restauración ecológica o rewilding.
6. Elabora una descripción detallada del elemento seleccionado y del problema asociado, incluyendo su estado actual, causas probables del deterioro y por qué representa una prioridad de conservación para el sitio.
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Ropa adecuada para trabajo en campo (pantalón largo, calzado resistente y sombrero o gorra).
- Libreta de campo y material para escribir.
- Agua y alimentos personales.
- Linterna con baterías de repuesto.
- Artículos personales necesarios durante la salida.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Organizadores gráficos

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Prácticas de taller	50%
- Presentación de estrategia de conservación	20%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Fa, J. E., Funk, S. M., & O'Connell, D. (2011). *Zoo conservation biology*. Cambridge University Press. [clásica]
- Gravel, N. (2024). *Tending nature: Fostering eco-citizenship in the Americas* (1st ed.). Springer International Publishing.

- Keddy, P. A. (2023). *Causal factors for wetland management and restoration: A concise guide* (1st ed.). Springer International Publishing.
- Pérez-Suárez, V. (2025). Análisis de una comunidad de aves potencialmente dispersoras de semillas en un bosque en restauración ecológica en Bogotá. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 28(2). <http://doi.org/10.31910/rudca.v28.n2.2025.239>
- Spinage, C. (2024). *Big game of Botswana: The tragic history of a once great Southern African fauna* (1st ed.). Springer Nature Switzerland.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Berthinussen, A., Richardson, O. C., & Altringham, J. D. (2021). *Bat conservation: Global evidence for the effects of interventions*. Conservation Evidence. https://www.conservationevidence.com/data/index?synopsis_id%5B%5D=14
- Mutillod, C., Buisson, É., Mahy, G., Jaunatre, R., Bullock, J. M., Tatin, L., & Dutoit, T. (2024). Ecological restoration and rewilding: two approaches with complementary goals?. *Biological Reviews*, 99(3), 820-836. <https://doi.org/10.1111/brv.13046>
- Smith, R. K., Morgan, W. H., Al-Fulaij, N., Amano, T., Bowkett, A. E., Christie, A., ... & Sutherland, W. J. (2023). Co-designing a toolkit for evidence-based decision making in conservation: Processes and lessons. *Ecological Solutions and Evidence*, 4(3), e12269. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12269>
- Sutherland, W. J. (Ed.). (2022). *Transforming conservation: A practical guide to evidence and decision making*. Open Book Publishers. <https://doi.org/10.11647/OBP.0321>
- Veríssimo, D., Blake, K., Byerly Flint, H., Doughty, H., Espelosin, D., Gregg, E. A., Kubo, T., Mann-Lang, J., Perry, L. R., Selinske, M. J., Shreedhar, G., & Thomas-Walters, L. (2024). *Changing human behavior to conserve biodiversity*. *Annual Review of Environment and Resources*, 49, 419–448. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-111522-103028>

XIV. PERFIL DOCENTE

Formación de posgrado (maestría o doctorado preferentemente) en Ciencias Biológicas, Ambientales o afines. Cuenta con experiencia en investigación, monitoreo y conservación de vida silvestre, así como en el análisis de problemas socioecológicos. Integra enfoques transdisciplinarios y principios de conservación para orientar al estudiantado en la identificación de amenazas, el análisis crítico de la pérdida de biodiversidad y la toma de decisiones informada por evidencia, con compromiso ético y responsabilidad ambiental.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2026-2
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Biotecnología
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Bioinformatics
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Manuel Alejandro Carballo Amador Julio Enrique Valencia Suárez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito que el estudiantado comprenda y analice los fundamentos, herramientas y aplicaciones de la biotecnología moderna, con énfasis en los procesos moleculares que sustentan la manipulación y expresión génica. A través de clases teóricas, actividades de taller y resolución de problemas, se promoverá la integración del conocimiento científico con la práctica biotecnológica, el uso de recursos digitales y estrategias simuladas para el diseño de procesos y análisis de datos. La unidad de aprendizaje, de carácter obligatorio, se encuentra en la etapa disciplinaria, forma parte del área de conocimiento de Biología Molecular, busca desarrollar en el estudiantado una visión crítica, ética y responsable sobre el impacto social, ambiental y económico de la biotecnología, así como las oportunidades de innovación que ofrece esta área en la formación de profesionales de la biología.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los fundamentos, herramientas y aplicaciones de la biotecnología moderna para interpretar y diseñar procesos biotecnológicos a nivel molecular, por medio del uso de recursos digitales, estrategias de resolución de problemas, con el propósito de integrar el conocimiento científico con la práctica profesional, con actitud crítica, ética profesional y socialmente responsable.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Reporte final escrito y presentado oralmente, en el que el estudiantado plantee y justifique la solución de un problema biotecnológico aplicado, por medio de la integración de los conceptos, métodos y herramientas revisadas durante el curso.

Bitácora integradora de talleres, elaborada de manera continua a lo largo del semestre, en el que se documenten las actividades desarrolladas, los procedimientos analizados y la interpretación crítica de los ejercicios realizados en cada unidad.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción y áreas de la Biotecnología

Competencia

Examinar los orígenes, evolución y principales áreas de la biotecnología mediante el análisis de sus fundamentos históricos, bases conceptuales y marcos éticos y regulatorios, con el propósito de comprender su relevancia interdisciplinaria y su impacto en la sociedad, con actitud crítica, ética profesional y de responsabilidad científica.

Contenido

- 1.1. Antecedentes y desarrollo histórico de la biotecnología
 - 1.1.1. Fermentación y biotecnología empírica en la antigüedad
 - 1.1.2. Revolución científica y descubrimiento de los microorganismos
 - 1.1.3. Era del ADN recombinante y biotecnología moderna
 - 1.1.4. Genómica, proteómica y transición hacia la biología sintética
- 1.2. Fundamentos conceptuales de la biotecnología
 - 1.2.1. Definición y alcances de la biotecnología
 - 1.2.2. Relación interdisciplinaria con la biología, la química y la ingeniería
- 1.3. Áreas de aplicación de la biotecnología
 - 1.3.1. Biotecnología agrícola y mejora de cultivos
 - 1.3.2. Biotecnología industrial y generación de productos de valor agregado
 - 1.3.3. Biotecnología médica y ambiental: salud pública y sostenibilidad
- 1.4. Dimensiones éticas y sociales de la biotecnología
 - 1.4.1. Principios generales de bioética y responsabilidad científica
 - 1.4.2. Percepción social y comunicación pública de la biotecnología
 - 1.4.3. Marco regulatorio básico y organismos internacionales relacionados

Duración

06 horas

Unidad II. Herramientas moleculares y técnicas clave

Competencia

Analizar las principales herramientas moleculares empleadas en biotecnología mediante la comprensión y aplicación de técnicas de ADN recombinante, tecnologías ómicas y edición genómica, con el propósito de identificar su función, potencial y limitaciones en la investigación biológica y biotecnológica, con actitud crítica, ética profesional y de responsabilidad científica.

Contenido

- 2.1. ADN recombinante
 - 2.1.1. Enzimas de restricción y ligasas
 - 2.1.2. Vectores de clonación y de expresión
 - 2.1.3. Transformación y selección de organismos modificados
- 2.2. Amplificación y secuenciación de ácidos nucleicos

- 2.2.1. PCR y variantes (RT-PCR, qPCR)
- 2.2.2. Secuenciación de Sanger: fundamentos e interpretación
- 2.2.3. Secuenciación de nueva generación (NGS): plataformas y usos
- 2.3. Tecnologías ómicas y bioinformática
 - 2.3.1. Genómica, transcriptómica, proteómica y metabolómica
 - 2.3.2. Bases de datos biológicas y análisis *in silico*
 - 2.3.3. Herramientas digitales para diseño molecular
- 2.4. Edición genómica
 - 2.4.1. Sistema CRISPR-Cas: mecanismos y aplicaciones biotecnológicas
 - 2.4.2. Implicaciones éticas y de bioseguridad

Duración

09 horas

Unidad III. Producción de biomoléculas y bioprocesos

Competencia

Analizar procesos de producción de biomoléculas por medio de principios de expresión génica, optimización de sistemas biológicos y fundamentos de bioprocesos, con el propósito de evaluar estrategias biotecnológicas aplicadas y su impacto técnico, social y ambiental, con actitud crítica, ética profesional y responsabilidad científica.

Contenido

- 3.1. Sistemas de expresión de biomoléculas
 - 3.1.1. Características y comparación entre sistemas bacterianos y eucariotas
 - 3.1.2. Selección de hospedero y optimización de la expresión génica
- 3.2. Producción de proteínas recombinantes
 - 3.2.1. Estrategias para mejorar solubilidad, plegamiento y rendimiento
 - 3.2.2. Expresión inducible y controles experimentales
 - 3.2.3. Métodos de purificación: etiquetas de afinidad, cromatografía y validación
- 3.3. Fundamentos de bioprocesos
 - 3.3.1. Cinética microbiana y parámetros de crecimiento
 - 3.3.2. Principios de fermentación: tipos, fases y control
 - 3.3.3. Diseño y operación básica de biorreactores
- 3.4. Escalamiento y control de calidad
 - 3.4.1. Del laboratorio a la planta piloto
 - 3.4.2. Validación y control de calidad de productos biotecnológicos
- 3.5. Innovación y transferencia tecnológica
 - 3.5.1. Bioprocesos sostenibles y economía circular
 - 3.5.2. Retos en la implementación industrial

Duración

09 horas

Unidad IV. Biotecnología aplicada

Competencia

Examinar las aplicaciones de la biotecnología en distintos campos mediante el análisis de casos y la integración de conocimientos sobre procesos biológicos, moleculares y tecnológicos, con el propósito de valorar su impacto científico, ambiental y social, con actitud crítica, ética profesional y compromiso hacia la sostenibilidad.

Contenido

- 4.1. Biotecnología microbiana e industrial
 - 4.1.1. Producción de alimentos y bebidas fermentadas
 - 4.1.2. Obtención de enzimas, metabolitos y biopolímeros
 - 4.1.3. Microbiomas y aplicaciones biotecnológicas
- 4.2. Biotecnología vegetal
 - 4.2.1. Cultivo de tejidos vegetales y micropropagación
 - 4.2.2. Organismos genéticamente modificados (OGM)
 - 4.2.3. Aplicaciones en agricultura sustentable
- 4.3. Biotecnología animal
 - 4.3.1. Modelos animales en investigación biomédica
 - 4.3.2. Producción de biomoléculas en animales
- 4.4. Biotecnología ambiental
 - 4.4.1. Biorremediación y control biológico de contaminantes
 - 4.4.2. Conservación de la biodiversidad y recursos genéticos

Duración

09 horas

Unidad V. Aplicaciones modernas y Biotecnología emergente

Competencia

Examinar las tendencias actuales y futuras de la biotecnología mediante el análisis de innovaciones en biología sintética, medicina regenerativa, bioenergía y bioeconomía, con el propósito de reconocer su potencial transformador, implicaciones éticas y relevancia social, con actitud crítica, responsable y apertura a la innovación científica.

Contenido

- 5.1. Innovaciones en biomedicina
 - 5.1.1. Vacunas de nueva generación
 - 5.1.2. Terapias génicas y celulares
 - 5.1.3. Medicina regenerativa y organoides
- 5.2. Biología sintética
 - 5.2.1. Construcción de circuitos genéticos y organismos sintéticos
 - 5.2.2. Aplicaciones en bioproducción, biomedicina y bioseguridad
- 5.3. Transición energética y nuevas fuentes biotecnológicas
 - 5.3.1. Producción de biocombustibles

- 5.3.2. Nuevas fuentes de bioenergía
- 5.3.3. Retos ambientales y económicos
- 5.4. Bioeconomía y sociedad
 - 5.4.1. Impacto de la biotecnología en la economía global
 - 5.4.2. Políticas y marcos regulatorios emergentes
 - 5.4.3. Perspectivas éticas y sociales del futuro biotecnológico

Duración

09 horas

Unidad VI. Comunicación científica y proyección profesional en Biotecnología

Competencia

Analizar y comunicar información científica relevante en biotecnología mediante la evaluación crítica de artículos especializados, la elaboración de materiales de divulgación y la exploración de oportunidades profesionales y académicas, con el propósito de fortalecer la comprensión científica, la toma de decisiones informada, con actitud crítica, ética profesional y compromiso social..

Contenido

- 6.1. Lectura y análisis crítico de literatura científica
 - 6.1.1. Estructura y componentes de un artículo científico
 - 6.1.2. Reproducibilidad, sesgos y comunicación responsable de datos
- 6.2. Comunicación pública de la biotecnología
 - 6.2.1. Principios de divulgación científica ética y responsable
 - 6.2.2. Elaboración de materiales informativos: infografías, cápsulas o presentaciones breves
- 6.3. Actualización científica y tendencias
 - 6.3.1. Identificación de innovaciones relevantes en medios especializados
 - 6.3.2. Impacto social y ético de los avances biotecnológicos
 - 6.3.3. Discusión de casos recientes y escenarios prospectivos
- 6.4. Proyección académica y profesional
 - 6.4.1. Exploración de posgrados y líneas de investigación en México y el mundo
 - 6.4.2. Identificación de grupos, laboratorios y centros de excelencia
 - 6.4.3. Construcción inicial del perfil profesional biotecnológico

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Introducción y áreas de la Biotecnología

Práctica 1: Descubrimientos biotecnológicos que cambiaron el mundo

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Participa en una introducción guiada sobre los orígenes y evolución de la biotecnología.
2. Analiza en equipos breves notas, imágenes o ejemplos históricos que representen hazañas biotecnológicas.
3. Construye una línea del tiempo colaborativa donde se vinculen eventos históricos con avances tecnológicos.
4. Expone los hallazgos del equipo destacando por qué ese avance transformó un área de la biotecnología.
5. Registra reflexiones individuales sobre cómo la biotecnología ha influido en la sociedad.

Recursos de apoyo

- Dispositivo electrónico con acceso a internet.
- Plataforma para trabajo colaborativo.
- Fuentes de consulta académicas o de divulgación científica.
- Pizarrón o proyector para discusión grupal.

Práctica 2: Ética y bioseguridad en la biotecnología

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Revisa casos reales asociados a biotecnología agrícola, médica, industrial y ambiental.
2. Identifica los beneficios, riesgos y controversias asociadas a cada caso.
3. Discute en equipos los dilemas éticos y regulatorios implicados.
4. Propone criterios éticos para tomar decisiones responsables en biotecnología.
5. Participa en una discusión grupal para contrastar perspectivas.

Recursos de apoyo

- Casos breves (artículos de divulgación, notas actualizadas, videos cortos).
- Proyector o material impreso.

Unidad II. Herramientas moleculares y técnicas clave

Práctica 3: Estrategias de clonación por restricción y ligación

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Identifica los elementos esenciales de un vector de clonación: origen de replicación, marcador de selección y sitio múltiple de clonación.
2. Analiza una secuencia blanco asignada e identifica posibles sitios de restricción compatibles.
3. Diseña una estrategia de clonación seleccionando: enzimas de restricción apropiadas, orientación del inserto, y región de interés a amplificar.
4. Elabora un esquema de flujo (mapa de clonación) donde representes paso a paso la estrategia propuesta.
5. Expone en equipos la estrategia de clonación justificando la elección de enzimas, vector y método de ligación.

Recursos de apoyo

- Hoja de trabajo con la secuencia blanco y el mapa del vector.
- Manual de enzimas de restricción y tablas de reconocimiento.

Práctica 4: Diseño de cebadores para amplificación génica

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Revisa las instrucciones y el material proporcionado para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza la secuencia de un gen modelo y determina las regiones adecuadas para el diseño de cebadores directo e inverso.
3. Calcula el tamaño esperado del fragmento amplificado y verifica que los cebadores no formen estructuras secundarias o dímeros.
4. Determina la temperatura de alineamiento (T_m) y evalúa su compatibilidad entre ambos cebadores.
5. Identifica la posibilidad de añadir secuencias no complementarias (p. ej., sitios de restricción o etiquetas) y describe su propósito.
6. Redacta reporte de práctica para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Hoja de trabajo con la secuencia del gen modelo.
- Manual con ejemplos de cebadores y reglas de T_m .

Práctica 5: Análisis e interpretación de datos moleculares (PCR y Sanger)

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones de su docente para la práctica.
2. Interpreta resultados simulados de PCR, incluyendo: geles virtuales, productos esperados vs observados, e identificación de errores comunes.
3. Analiza un cromatograma de secuenciación tipo Sanger para identificar: calidad de picos, mutaciones puntuales, e inserciones o deleciones.
4. Relaciona los resultados analizados con decisiones experimentales hipotéticas.
5. Discute en equipos las limitaciones y ventajas de cada técnica.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet.
- Archivos “.ab1” y secuencias de ejemplo.
- Software para análisis de secuencias.

Unidad III. Producción de biomoléculas y bioprocesos

Práctica 6: Optimización de codones para expresión heteróloga

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Participa en la introducción teórica sobre el concepto de optimización de codones y su relevancia para la expresión eficiente de proteínas recombinantes.
2. Utiliza el kit didáctico 3D para visualizar cómo los cambios en el uso de codones pueden afectar la velocidad de traducción y el plegamiento de las proteínas.
3. En equipos, selecciona una proteína de interés biotecnológico y elige un organismo hospedero heterólogo para su expresión.
4. Investiga los principales factores que determinan la adaptación de codones entre organismos.
1. Presenta ante el grupo el gen optimizado, indicando las modificaciones realizadas y la justificación biológica de cada cambio.
2. Explica las herramientas o criterios usados para la optimización.
3. Compara los resultados obtenidos entre los distintos equipos y reflexiona sobre las implicaciones del diseño en la expresión y producción de proteínas recombinantes.
4. Elabora un resumen escrito o diapositiva con los principales hallazgos del equipo.

Recursos de apoyo

- Kit didáctico 3D para visualización de codones.
- Computadora con acceso a internet y software o plataforma de optimización.

- Guías de trabajo impresas.
- Pizarrón o proyector.

Práctica 7: Diseño de una estrategia para la producción de una proteína recombinante

Duración

04 horas

Procedimiento

Sesión 1:

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Revisa los fundamentos del proceso de producción de proteínas recombinantes: desde la selección del gen hasta la obtención del producto purificado.
3. En equipos, analiza un escenario propuesto o diseña uno propio, que involucre la expresión de una proteína de interés biotecnológico (industrial, médica o ambiental).
4. Identifica el objetivo del proyecto, el hospedero más adecuado y el vector de expresión que emplearían.
5. Establece los criterios de éxito del proceso (rendimiento, pureza, funcionalidad).
6. Diseña la estrategia de trabajo que incluya: (i) selección del promotor y señal de expresión; (ii) sistema de inducción y condiciones de cultivo; (iii) métodos de detección y purificación.
7. Analiza los riesgos, limitaciones y controles experimentales necesarios.
8. Presenta los avances del diseño para recibir retroalimentación.

Sesión 2:

1. Expone ante el grupo la estrategia completa de producción de tu proteína recombinante.
2. Justifica las decisiones técnicas tomadas y compara los enfoques entre equipos.
3. Discute cómo los parámetros seleccionados influyen en el rendimiento y la calidad del producto final.
4. Entrega un esquema resumen del flujo completo del proceso y las principales consideraciones técnicas.

Recursos de apoyo

- Diagramas de flujo del proceso biotecnológico.
- Material visual sobre vectores, promotores y sistemas de expresión.
- Computadora con acceso a internet.
- Pizarrón o proyector.

Unidad IV. Biotecnología aplicada

Práctica 8: Análisis integral de aplicaciones biotecnológicas en distintos sistemas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Revisa en equipos un conjunto de casos aplicados que aborden biotecnología microbiana, vegetal, animal y ambiental.
3. Identifica para cada caso: el problema biotecnológico, la tecnología utilizada, el organismo o sistema biológico involucrado, ventajas y limitaciones del enfoque.
4. Compara los casos y determina los factores que influyen en la selección del sistema biotecnológico más adecuado.
5. Propone mejoras o alternativas basadas en criterios técnicos, éticos y de sostenibilidad.
6. Entrega un breve resumen comparativo entre los sistemas biotecnológicos analizados.

Recursos de apoyo

- Lecturas breves o fichas de casos reales.
- Guía de análisis.
- Proyector o pizarrón.

Práctica 9: Escape room biotecnológico: toma de decisiones en aplicaciones reales

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Participa en una introducción guiada sobre los principios de los bioprocesos y las aplicaciones modernas de la biotecnología.
2. Forma parte de un equipo que deberá avanzar a través de escenarios interactivos donde cada decisión afecta el resultado del proceso.
3. En cada escenario, analiza la situación planteada y selecciona una de las opciones de acción disponibles. Las decisiones correctas permitirán avanzar al siguiente nivel; las incorrectas generarán nuevos desafíos.
4. Emplea herramientas digitales como Google Forms o recursos de realidad aumentada para acceder a pistas, visualizar estructuras moleculares o interpretar resultados experimentales simulados.
5. Reflexiona, junto con su equipo, sobre las estrategias aplicadas, los errores cometidos y los factores que influyen en la eficiencia del proceso biotecnológico.
6. Participa en una discusión grupal final para comparar enfoques y aprendizajes entre equipos.

Recursos de apoyo

- Dispositivo móvil o computadora con acceso a internet.
- Formularios interactivos o plataformas de gamificación (p. ej., Google Forms, Genially, Kahoot).
- Material de realidad aumentada (estructuras moleculares o simulaciones visuales).
- Guía de escenarios y reglas del juego proporcionadas por la persona docente.

Unidad V. Aplicaciones modernas y Biotecnología emergente

Práctica 10: Análisis crítico de innovaciones en salud biotecnológica

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Revisa en equipos un artículo reciente sobre vacunas de nueva generación, anticuerpos monoclonales, terapias génicas/celulares o medicina regenerativa.
3. Identifica el problema biomédico abordado, la innovación tecnológica propuesta y el fundamento biológico detrás de la solución.
4. Evalúa la metodología utilizada, los resultados obtenidos y las limitaciones del estudio.
5. Discute las implicaciones éticas, sociales y regulatorias del avance analizado.
6. Presenta una síntesis crítica destacando la relevancia de la innovación para el campo de la biotecnología moderna.

Recursos de apoyo

- Artículos científicos recientes.
- Computadora o dispositivo móvil con acceso a internet.
- Pizarrón o proyector.

Práctica 11: Bioenergía, bioeconomía y sostenibilidad: escenarios prospectivos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Analiza escenarios globales sobre transición energética, biocombustibles avanzados y biorefinerías.
3. Evalúa tecnologías emergentes (biocombustibles de tercera generación, captura biológica de CO₂, bioplásticos) según criterios técnicos, económicos y ambientales.
4. Construye una matriz de toma de decisiones donde compare al menos tres tecnologías.
5. Determina cuál tecnología sería más viable en un contexto socioeconómico específico (México, UE, EUA, entre otros).
6. Presenta la recomendación final del equipo, justificando la elección desde una perspectiva científica, ética y social.

Recursos de apoyo

- Fichas de escenarios prospectivos.
- Lecturas recientes sobre bioeconomía.
- Pizarrón o proyector.

Unidad VI. Comunicación científica y proyección profesional en Biotecnología

Práctica 12: Lectura crítica de literatura científica en Biotecnología

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Revisa un artículo científico reciente asignado por su docente, correspondiente a un tema de aplicación biotecnológica actual.
3. Identifica la estructura del artículo (introducción, métodos, resultados, discusión) y los elementos que sustentan la hipótesis.
4. Evalúa la solidez de la evidencia presentada, la claridad metodológica y las posibles limitaciones del estudio.
5. Discute en equipos la reproducibilidad, la transparencia y los posibles sesgos en el diseño experimental.
6. Presenta un análisis crítico final destacando fortalezas, debilidades y relevancia del estudio para el campo biotecnológico.

Recursos de apoyo

- Artículos científicos recientes.
- Guía de lectura crítica.
- Computadora o dispositivo móvil con acceso a internet.
- Pizarrón o proyector.

Práctica 13: Comunicación pública de la biotecnología: análisis de medios y elaboración de material divulgativo

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Revisa en equipos noticias, notas de prensa, infografías o publicaciones en redes sociales relacionadas con temas biotecnológicos actuales.
3. Analiza la precisión científica del contenido, identificando errores comunes, exageraciones o afirmaciones no fundamentadas.
4. Discute los riesgos y responsabilidades éticas de la comunicación científica en los medios.
5. Elabora un material divulgativo breve (infografía, cápsula verbal, mini-póster digital) que comunique un concepto biotecnológico con rigor y claridad.
6. Presenta el material generado y reflexiona sobre la importancia de la comunicación responsable hacia el público general.

Recursos de apoyo

- Noticias y publicaciones recientes.
- Herramientas digitales para diseño.
- Plantillas de infografía.
- Pizarrón o proyector.

Práctica 14: Proyección académica y profesional en Biotecnología

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de su docente para la práctica.
2. Investiga un posgrado, laboratorio de investigación, grupo académico o centro biotecnológico de interés (nacional o internacional).
3. Analiza las líneas de investigación, requisitos de ingreso, infraestructura disponible y productos académicos del grupo o institución seleccionada.
4. Identifica cómo las habilidades desarrolladas en el curso se relacionan con las demandas de dicho entorno profesional o académico.
5. Elabora un perfil profesional preliminar donde describas tus áreas de interés, fortalezas y objetivos formativos.
6. Expone los resultados del análisis ante el grupo y recibe retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Directorios de posgrados nacionales (PNPC/SECIHTI) e internacionales.
- Sitios web de laboratorios y centros de investigación.
- Pizarrón o proyector.

X. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Debates
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción guiada
- Método de proyectos

- Técnica expositiva

Estrategia de aprendizaje

- Cuadros comparativos
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Infografías
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Mapas conceptuales
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo

XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	50%
- Talleres y actividades de análisis	25%
- Proyecto/evidencia integradora final	25%
Total	100%

XII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2021). *Introducción a la biología celular* (5a ed.; A. Morando, Trad.). Médica Panamericana.
- Brown, T. A. (2010). *Gene cloning and DNA analysis: An introduction* (6th ed.). Wiley-Blackwell.
<https://www.dcrustlms.in/upload/AA095-23-Gene%20Cloning%20by%20TA%20Brown.pdf> [clásica]
- Glick, B. R., & Patten, C. L. (2022). *Molecular biotechnology: Principles and applications of recombinant DNA* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Hong, S.-B., Rashid, M. B., & Santiago-Vazquez, L. Z. (2017). *Methods in biotechnology*. Wiley blackwell. [clásica]

- Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., Martin, K. C., Yaffe, M. B., & Amon, A. (2023). *Biología celular y molecular* (9a ed.) [Recurso electrónico]. Editorial Reverté.
- Polanco, A., & Díaz-Martínez, E. (2023). *Biotecnología: Soluciones para la salud del futuro y el bienestar del planeta*. Almuzara.
- Rapley, R. (Ed.). (2021). *Molecular biology and biotechnology* (7th ed.). Royal Society of Chemistry.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Berman, H. M., Westbrook, J., Feng, Z., et al. (2000). The Protein Data Bank. *Nucleic Acids Research*, 28(1), 235–242. <https://www.rcsb.org> [clásica]
- Goodsell, D. S. (2024). *Molecule of the Month*. RCSB Protein Data Bank. <https://pdb101.rcsb.org> (Recurso educativo de acceso abierto con material didáctico).
- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2021). *Brock Biology of Microorganisms* (16th ed.). Pearson.
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2023). *GenBank and PubMed Databases*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>

XIII. PERFIL DOCENTE

Profesional con grado de Licenciatura en Biotecnología, Biología Molecular, Bioquímica o áreas afines, preferentemente con posgrado, con experiencia en docencia universitaria y manejo de técnicas de biología molecular y herramientas bioinformáticas. Se valoran habilidades pedagógicas para guiar talleres y proyectos de aplicación biotecnológica con un enfoque ético, innovador y crítico en la enseñanza.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Biogeografía
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 03 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:08
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Gorgonio Ruiz Campos Gonzalo De León Girón
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Biogeografía tiene como propósito proporcionar los elementos básicos de la Biogeografía moderna con un enfoque general e integral, permitiendo al estudiantado concebir los diferentes procesos y mecanismos causales involucrados en los patrones de distribución de la biota, tanto en su dimensión actual como en el transcurso histórico. Asimismo, se resalta la importancia de los estudios biogeográficos en los programas de conservación y manejo de la biodiversidad, tanto en el ámbito regional como nacional.

Esta unidad se encuentra en la etapa de formación terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar los procesos y mecanismos causales involucrados en los patrones de distribución de la biota, tanto en su dimensión histórica como actual, a través de organizar los elementos básicos de la biogeografía contemporánea y síntesis de información para abordar temas relacionados con la distribución y abundancia de las especies, con pensamiento crítico, actitud responsable y de respeto al ambiente.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Seminario sobre un tema donde se aborden los procesos de la biogeografía descriptiva y dinámica.

Portafolio de evidencias que incluye las tareas, las prácticas de taller, y el reporte de práctica de campo.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia; Compromiso con la responsabilidad social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. La ciencia de la Biogeografía

Competencia

Dimensionar a la Biogeografía como una ciencia de integración y de síntesis, desde sus inicios, consolidación y su derivación disciplinaria, por medio de la revisión de los referentes teóricos, con énfasis en sus interacciones con otras ciencias auxiliares, para el estudio de la distribución y abundancia de los seres vivos y de los fenómenos factores causales, con responsabilidad y respeto al ambiente.

Contenido

- 1.1. Definición, objetivos y enfoques
- 1.2. Interrelación con otras disciplinas
- 1.3. Elementos de la historia de la biogeografía

Duración

04 horas

Unidad II. Biogeografía Descriptiva

Competencia

Caracterizar las diferentes divisiones y subdivisiones biogeográficas continentales y marinas del mundo, mediante la interacción de los procesos geográficos, ecológicos, oceanográficos y climáticos en la delimitación de las unidades biogeográficas, para identificar los criterios de clasificación propuestos, con actitud analítica y con responsabilidad.

Contenido

- 2.1. Subdivisiones biogeográficas terrestres
- 2.2. Subdivisiones biogeográficas marinas (costeras y oceánicas)
- 2.3. Otros esquemas de regionalización de la distribución de la biota

Duración

04 horas

Unidad III. Biogeografía Ecológica (Ecobiogeografía)

Competencia

Caracterizar la variación del ambiente físico desde diferentes escalas espaciales y temporales mediante la identificación de los factores causales, para interpretar de una manera holística su influencia ecológica sobre la distribución actual de las especies, con actitud crítica, analítica y con respeto al ambiente.

Contenido

- 3.1. Variación geográfica del ambiente físico
- 3.2. Distribución de poblaciones (Enfoque autoecológico)
- 3.3. Distribución de comunidades (Enfoque sinecológico)
- 3.4. Distribución y caracterización de biomas (Ecorregiones)

Duración

08 horas

Unidad IV. Biogeografía Histórica

Competencia

Interpretar los cambios históricos de la geografía física de la tierra a través de su correlación con los eventos de diversificación y reducción filética y/o biogeográfica de los grupos taxonómicos, para comprender la dinámica de los procesos biológicos con pensamiento analítico, objetividad y responsabilidad.

Contenido

- 4.1. Escala de tiempo geológico
- 4.2. Deriva continental y tectónica de placas
- 4.3. Glaciación y dinámica biogeográfica del pleistoceno
- 4.4. Especiación, diversificación y extinción
- 4.5. Endemismo, provincialismo y disyunción
- 4.6. Reconstrucción de la biogeografía histórica

Duración

06 horas

Unidad V. Panorama Biogeográfico

Competencia

Analizar los patrones de distribución actual de grupos zoológicos y botánicos selectos, mediante la identificación de casos de endemismos, discontinuidades, distribución geográfica amplia, eventos de vicarianza entre otros, para identificar áreas geográficas y grupos de especies para conservación y manejo, con una actitud crítica y responsable.

Contenido

- 5.1. Biodiversidad de las aguas continentales
- 5.2. Biodiversidad de las aguas marinas (costeras y oceánicas)
- 5.3. Diversidad de fauna cardiológica terrestre
- 5.4. Patrones de distribución geográfica

Duración

04 horas

Unidad VI. Biogeografía Insular

Competencia

Analizar los mecanismos involucrados en la dinámica de los ecosistemas insulares, a través de la revisión de la teoría de equilibrio insular propuesto por MacArthur y Wilson, para interpretar con un enfoque holístico los procesos implicados en la estabilidad de la diversidad de las islas, con una actitud crítica, analítica y con respeto al ambiente.

Contenido

- 6.1. Patrones y procesos insulares
- 6.2. Teoría del equilibrio insular

Duración

02 horas

Unidad VII. Diversidad de Especies

Competencia

Analizar los factores causales de la diversidad biológica, a diferentes escalas espaciales y temporales, mediante la revisión de las diferentes teorías que explican la variación de la diversidad, para identificar los patrones de este atributo ecológico en la dimensión espacial y temporal, con una visión integrativa y analítica.

Contenido

- 7.1. Factores causales
- 7.2. Diversidad alfa, beta y gamma
- 7.3. Gradientes de diversidad

Duración

02 horas

Unidad VIII. Estatus actual de la Biodiversidad

Competencia

Dimensionar bajo un enfoque ecosistémico los diferentes impactos antropogénicos sobre la distribución y abundancia de las especies, mediante la revisión de estudios de caso en los diferentes ambientes para identificar las tendencias de la biodiversidad a nivel regional, continental y mundial, con una perspectiva analítica, propositiva y con respeto al ambiente.

Contenido

- 8.1. Patrones actuales de amenazas
- 8.2. Fragmentación y pérdida de hábitat
- 8.3. Efectos del cambio climático
- 8.4. Introducción de especies exóticas

Duración

02 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad II. Biogeografía Descriptiva

Práctica 1: Unidades biogeográficas de la península de Baja California

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Consulta en Google Earth las barreras naturales en los mapas.
4. Identifica los límites naturales de las provincias, distritos y sectores.
5. Realiza un mapa con la regionalización biogeográfica de la Península de Baja California.
6. Socializa con el grupo y recibe retroalimentación.

7. Realiza y entrega un reporte.

Recursos de apoyo

- Computadora
- Internet
- Google Earth
- Cartas geográficas de INEGI

Práctica 2: Identificación y documentación de especies de vertebrados que ilustran las reglas biogeográficas o ecogeográficas.

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Consulta en internet vía páginas especializadas información de las especies que siguen la reglas biogeográficas de Bergmann, Allen, Gloger, Jordan y otras de biogeografía, incluyendo los factores causales de esta variación morfológica y fenotípica.
4. Elabora una descripción de cada especie que sigue cada una de las reglas antes enunciadas.
5. Socializa con el grupo y recibe retroalimentación.
6. Realiza y entrega un reporte.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Internet.
- Libros de biogeografía a ser consultados de modo extra-clase en Biblioteca Central.
- Cartas geográficas de INEGI.

Práctica 3: Caracterización de los tipos de biomas (vegetación mayor) en la república mexicana basada en atributos taxonómicos, fisionómicos y geobotánicos.

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Cada estudiante de manera individual consultará en internet páginas especializadas con información sobre los tipos de biomas presentes en México, basado en la integración del tipo de clima, tipo de clima y tipo de vegetación mayor, y la fauna asociada.
4. Documenta las especies botánicas y zoológicas representativas de cada tipo de bioma en México.
5. Socializa con el grupo y recibe retroalimentación.
6. Realiza y entrega un reporte.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Internet.
- Libros de biogeografía a ser consultados de modo extra-clase en Biblioteca Central.
- Cartas geográficas temáticas de INEGI.

Unidad IV. Biogeografía Histórica

Unidad V. Panorama Biogeográfico

Práctica 4: Estudios de caso para seis especies de vertebrados extintos de México.

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Cada estudiante de manera individual, documentará vía internet en páginas especializadas, información de seis especies de vertebrados extintos de México, señalando los factores causales de su desaparición.
3. Socializa con el grupo y recibe retroalimentación.
4. Realiza y entrega un reporte.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Internet.
- Libros de biogeografía a ser consultados de modo extra-clase en Biblioteca Central.
- Norma Oficial Mexicana 059-ECOL vigente.

Práctica 5: Endemismos de especies florísticas y faunísticas del noroeste de México.

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Documenta de manera individual vía internet en páginas especializadas, información de especies de organismos endémicos del noroeste de México (seis especies florísticas y seis especies faunísticas), documentando su distribución geográfica y su estatus de conservación.
3. Socializa con el grupo y recibe retroalimentación.
4. Realiza y entrega un reporte.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Internet.
- Libros y artículos de fitogeografía y zoogeografía a ser consultados de modo extra-clase en Biblioteca Central.
- Norma Oficial Mexicana 059-ECOL vigente.
- IUCN Red List of Threatened Species

Unidad VII. Diversidad de Especies

Práctica 6: Determinación de las afinidades de especies entre unidades biogeográficas de la península de Baja California.

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe del docente, individualmente, una base de datos de las especies del grupo de vertebrados a considerar, donde se enlistan las especies registradas en cada unidad biogeográfica de la península de Baja California.
3. Determina individualmente el porcentaje de similitud de especies entre las diferentes unidades biogeográficas, utilizando el algoritmo de similitud de Jaccard.
4. Confecciona una matriz de similitud de especies entre las unidades biogeográficas y elabora un dendrograma de similitud utilizando el programa PAST.
5. Identifica las especies que son de amplia distribución entre unidades biogeográficas.
6. Identifica las especies que son exclusivas de una unidad biogeográfica.
7. Socializa con el grupo y recibe retroalimentación.
4. Realiza y entrega un reporte.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Internet.
- Base de datos proveído por el profesor, de registros de presencia de especies de aves o mamíferos de las diferentes unidades biogeográficas de la península de Baja California.
- Paquetes estadísticos PAST y STATISTICA.

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad II: Biogeografía Descriptiva

Unidad VII: Diversidad de especies

Práctica 1: Diversidad alfa y beta de un grupo faunístico en un gradiente altitudinal.

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Llega al sitio.
2. Recibe instrucciones de la práctica de campo y logística de la misma.
3. Forma equipos de 5 personas cada uno. En cada piso de vegetación (piso bioclimático), la mitad de los equipos realizará observaciones de aves durante 1 hora, anotando el número y actividad del ave. La otra mitad realizará identificación de las especies de plantas asociadas al sitio de observación.
4. Realiza muestreos de mamíferos con el uso de cámaras de movimiento y observaciones de otros vertebrados como anfibios y reptiles.
5. Recaba la información de las especies registradas en cada uno de los sitios de observación para la posterior elaboración del reporte de campo, el cual será por equipo.

Recursos de apoyo

- Medio de transporte.
- Bitácora de campo.
- Guías de identificación.
- Cámaras trampa.
- Prensa botánica.
- Binoculares.
- GPS.
- Cinta topográfica.
- Cámara fotográfica.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros
- Seminarios

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Seminarios
- Práctica de campo
- Infografías

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Los alumnos que no alcancen una calificación promedio de los dos parciales mayor o igual a 60, tendrán que presentar el examen ordinario, mismo que incluye todo el curso, además haber entregado tareas, exposición de seminario y reporte de práctica de campo.

Criterios de evaluación

- | | |
|------------------------------|-----|
| - Evaluaciones parciales (2) | 65% |
|------------------------------|-----|

- Portafolio de evidencias	15%
- Seminario	10%
- Reporte práctica de campo	10%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Archibold, O.W. (1995). *Ecology of world vegetation*. Chapman & Hall, London. [Clásica]

Bailey, R.G. (1998). *Ecoregions: The ecosystems' geography of the oceans and continents*. Springer, New York. [Clásica]

Brown, J.H. (1995). *Macroecology*. The University of Chicago Press, Chicago. [Clásica]

Lomolino, B.R. Riddle, R.J. Whittaker, & J.H. Brown. (2016). *Biogeography*. Quinta edición. Oxford University Press, Sunderland, Mass. [Clásica]

Parenti, L. R. & M. C. Ebach. ([2009). *Comparative biogeography: Discovering and classifying biogeographical patterns of a dynamic earth* University of California press, Berkeley y Los Ángeles. [Clásica]

Ruiz-Campos, G. (2025). *Apuntes del curso de Biogeografía*. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, México. Versión 31

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Morrone, J.J. (2000). *Sistemática, biogeografía, evolución: los patrones de la biodiversidad en tiempo-espacio*. Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. [Clásica]

Llorente-Bousquets, J. & J.J. Morrone (2001). *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Primera edición. Las Prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. [Clásica]

XIV. PERFIL DOCENTE:

Licenciatura en Biología o área afín, preferentemente con posgrado en Ciencias Biológicas y con experiencia y conocimientos en Biogeografía. Con cinco años de experiencia docente como mínimo. Debe ser una persona responsable, respetuosa, ética y entusiasta, que estimule la participación de sus estudiantes, fomentando su interés en el área.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Evolución
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 03 Créditos:08
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Carlos Alberto Flores López Manuel Alejandro Carballo Amador Julio Enrique Valencia Suárez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito del curso de Evolución es valorar críticamente los mecanismos y patrones que explican la diversidad biológica y sustentan la teoría evolutiva. Esta unidad es esencial porque ofrece el marco conceptual que unifica a la biología, permitiendo comprender la especiación, las relaciones filogenéticas, la evolución de genomas y las aplicaciones de la teoría evolutiva en salud y conservación. A lo largo del curso, las y los estudiantes desarrollarán la capacidad de resolver y explicar cuestiones evolutivas basadas en datos reales, y argumentar con rigor científico sobre aspectos relacionados con la evolución de organismos, poblaciones y ecosistemas. Se ubica en la etapa terminal del programa educativo, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad y Biología Molecular.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los mecanismos y patrones evolutivos que explican la diversidad biológica y el origen de nuevas formas de vida, mediante la integración de evidencia fósil, molecular, genética y ecológica, así como el uso de métodos comparativos y filogenéticos, con el propósito de interpretar y aplicar el conocimiento evolutivo en la comprensión de organismos, poblaciones y ecosistemas, con una actitud crítica, ética profesional, rigor científico y responsabilidad social.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Diseño de un cartel con características científicas que sintetice un caso de evolución (molecular, ecológica o macro evolutiva) que incluya el planteamiento del tema, análisis y conclusión de los fundamentos evolutivos detrás del caso, para su posterior presentación formal en clase.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar vacíos de conocimiento sobre la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia; y Vanguardia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos y Evidencias de la Evolución

Competencia

Analizar las contribuciones históricas a la teoría evolutiva y las evidencias que la sustentan, así como el análisis de casos reales de evolución, mediante la integración de enfoques históricos, conceptuales y aplicados, apoyándose en el análisis comparativo de evidencias empíricas y casos documentados de evolución para comprender el origen, diversificación y aplicaciones sociales de la teoría evolutiva, con una actitud crítica, reflexiva, ética profesional y socialmente responsable.

Contenido

- 1.1. Contribuciones históricas a la teoría evolutiva
 - 1.1.1. Ideas pre-darwinianas
 - 1.1.2. Darwin y Wallace
 - 1.1.3. Desarrollo posterior (síntesis moderna, teoría neutral de Kimura)
 - 1.1.4. Evidencias de evolución (microevolución, anatomía, biología molecular y macroevolución)
- 1.2. Evolución en tiempo real: casos de estudio
 - 1.2.1. Evolución de organismos patógenos como modelo de estudio
 - 1.2.2. Evolución en las poblaciones humanas frente a patógenos
 - 1.2.3. Origen y diversificación de patógenos
 - 1.2.4. Aplicaciones biomédicas y sociales

Duración

07 horas

Unidad II. Mecanismos de Cambio Evolutivo

Competencia

Analizar los procesos y evidencias que explican el origen de la vida y la diversificación de los linajes, mediante la evaluación crítica de hipótesis sobre la evolución de los primeros organismos terrestres, así como el uso de modelos de diversificación y el análisis del registro fósil, con el propósito de comprender los mecanismos que han favorecido la biodiversidad y las radiaciones adaptativas en la historia de la vida, con proactividad, una actitud crítica, reflexiva y con apertura al debate científico

Contenido

- 2.1 Origen de la vida y primeros linajes celulares
 - 2.1.1. Origen de primeras biomoléculas
 - 2.1.2. Hipótesis del mundo de ARN
 - 2.1.3. Protocélulas como precursores de la vida
 - 2.1.4. Alternativas al mundo de ARN
 - 2.1.5. Hipótesis sobre condiciones de origen
 - 2.1.6. Evolución temprana y LUCA
- 2.2. Diversificación de la vida y patrones de biodiversidad
 - 2.2.1. Diferencias en riqueza de especies entre grupos
 - 2.2.2. Modelos de diversificación
 - 2.2.3. Evidencia fósil y sus sesgos
 - 2.2.4. Diversidad en el Fanerozoico
 - 2.2.5. Factores que influyen en supervivencia/extinción
 - 2.2.6. Rasgos que promueven radiaciones adaptativas

Duración

07 horas

Unidad III. Mecanismos y Fuerzas de la Evolución

Competencia

Examinar los principales mecanismos y fuerzas que influyen en la evolución de las poblaciones mediante el análisis crítico de modelos teóricos, datos empíricos y casos de estudio, con el propósito de interpretar cómo estos procesos moldean la adaptación, la variación genética y las interacciones biológicas, con una actitud crítica, reflexiva y ética profesional.

Contenido

- 3.1. Selección Natural
 - 3.1.1. Concepto de adaptación y aptitud
 - 3.1.2. Principios de la selección natural
 - 3.1.3. Ejemplos empíricos:
 - 3.1.4. Complicaciones para estimar heredabilidad (efectos maternos, ambiente compartido)
 - 3.1.5. Selección natural a diferentes niveles (individuos, parentesco, altruismo)
 - 3.1.6. Conceptos erróneos y correcciones:
 - 3.1.7. Selección natural vs selección artificial
 - 3.1.8. Incorporación a la Síntesis Moderna
- 3.2. Selección Sexual

- 3.2.1. Dimorfismo sexual y roles reproductivos
- 3.2.2. Selección sexual en rasgos primarios y secundarios
- 3.2.3. Modos de selección sexual
- 3.2.4. Selección sexual en plantas
- 3.2.5. Tasa operacional de sexo y variación en determinación sexual
- 3.2.6. Ventajas y desventajas del sexo vs asexualidad
- 3.3. Deriva génica
 - 3.3.1. Concepto: cambios al azar en frecuencias alélicas
 - 3.3.2. Modelación de deriva génica
 - 3.3.3. Consecuencias de deriva génica
 - 3.3.4. Tamaño efectivo de población (N_e), cuellos de botella y efecto fundador
 - 3.3.5. Variación genética humana
 - 3.3.6. Relación con teoría neutral de Motoo Kimura
 - 3.3.7. Deriva como hipótesis nula para detectar selección natural
 - 3.3.8. Concepto de reloj molecular y pruebas (dN/dS , McDonald-Kreitman)
- 3.4. Evolución del comportamiento social
 - 3.4.1. Tipos básicos de interacción social: cooperación, altruismo, egoísmo, despecho
 - 3.4.2. Modelos teóricos de cooperación: reciprocidad, dilema del prisionero, ESS
 - 3.4.3. Selección de parentesco (regla de Hamilton)
 - 3.4.4. Eusocialidad: hipótesis de haplodiploidía, monogamia, ecología
 - 3.4.6. Conflictos evolutivos: entre sexos, padres-hijos, entre genes y organelos
 - 3.4.7. Cooperación en grandes transiciones evolutivas (endosimbiosis, multicelularidad)

Duración

14 horas

Unidad IV. Especiación y Filogenias: el origen y las relaciones de las especies

Competencia

Analizar los procesos de especiación y las relaciones evolutivas entre especies, mediante la revisión detallada de conceptos de especie, mecanismos de divergencia y barreras reproductivas, así como la aplicación de métodos de reconstrucción filogenética, con el propósito de evaluar el origen de la biodiversidad y las conexiones evolutivas entre linajes, con responsabilidad, una actitud crítica y con compromiso hacia la conservación biológica.

Contenido

- 4.1. Especiación
 - 4.1.1. Conceptos de especie (morfoespecie, biológico, filogenético, etc.)
 - 4.1.2. Procesos y mecanismos de especiación
 - 4.1.3. Barreras reproductivas (precigóticas y postcigóticas)
 - 4.1.4. Causas de divergencia (adaptación, emparejamiento selectivo, factores ambientales y selección sexual)
 - 4.1.5. Especiación con flujo génico (contacto secundario e hibridación, reforzamiento, introgresión y especiación híbrida)

4.1.6. Patrones macroevolutivos (radiaciones adaptativas, tasas variables de especiación, importancia en conservación)

4.2. Filogenética

4.2.1. Concepto y utilidad de las filogenias

4.2.2. Métodos de reconstrucción

4.2.3. Fuentes de datos y retos

4.2.3.1. ADN y proteínas: ventajas y desventajas

4.2.3.2. Homeoplasias (convergencias y reversiones)

4.2.3.3. Clasificación incompleta de linaje (ILS)

4.2.3.4. HGT y duplicaciones de genes

4.2.4. Herramientas y soporte estadístico

4.2.5. Aplicaciones de filogenias

4.2.6. Limitaciones y perspectivas

Duración

07 horas

Unidad V. Evolución de genes y genomas

Competencia

Examinar los procesos que originan y modifican los genes y genomas, mediante el análisis de mecanismos de duplicación génica, evolución cromosómica, diversidad genómica y tasas de mutación, con el propósito de comprender cómo estos cambios estructurales y funcionales influyen en la innovación biológica y en la adaptación de los organismos, con una actitud crítica, reflexiva y rigor científico.

Contenido

5.1. Origen y duplicación de genes

5.1.1. Mecanismos: retro transposición, duplicación de exones, aloploidía

5.1.2. Posibles destinos: pérdida, su funcionalización, desfuncionalización

5.2. Evolución cromosómica

5.2.1. Fusiones, fisiones e inversiones y su papel en la evolución

5.3. Diversidad genómica

5.3.1. Paradoja C

5.3.2. Intrones

5.3.3. Splicing alternativo

5.3.4. Arquitectura genómica

5.3.5. Elementos genéticos móviles (transposones y retro transposones)

5.4. Evolución de tasas de mutación

5.4.1. Relación con tamaño poblacional efectivo

5.4.2. Tasas dependientes del ambiente

5.5. Origen de adaptaciones

5.5.1. Mutaciones preexistentes versus aparición independiente

5.5.2. Cambios en expresión génica

5.6. Biología Evolutiva del desarrollo (Evo-Devo)

5.6.1. Genes reguladores del desarrollo (Hox, Pax6, etc.)

- 5.6.2. Módulos de desarrollo y plasticidad
- 5.6.3. Cambios en regulación genética

Duración

05 horas

Unidad VI. Macroevolución y salud humana

Competencia

Integrar los principios de la macroevolución y la biología evolutiva de la salud, mediante el análisis de evidencia fósil, patrones macroevolutivos, y la aplicación de modelos evolutivos al estudio de patógenos, virulencia y adaptaciones humanas, con el propósito de explicar la evolución de nuevas formas de vida y comprender las implicaciones médicas y sociales de los procesos evolutivos, con una actitud crítica, ética profesional y responsabilidad social.

Contenido

6.1. Macroevolución

- 6.1.1. Evolución de nuevas formas (registro fósil y formas intermedias, gradualismo vs. saltacionismo)
- 6.1.2. Evolución de rasgos novedosos
- 6.1.3. Evolución de rasgos complejos
- 6.1.4. Patrones y tasas evolutivas
- 6.1.5. Tendencias y predicciones

6.2. Evolución y Salud humana

- 6.2.1. Evolución de patógenos y evasión inmune
- 6.2.2. Evolución de la virulencia
- 6.2.3. Evolución de células dentro del cuerpo humano
- 6.2.4. Selección natural en humanos
- 6.2.5. Síntomas como adaptaciones fisiológicas
- 6.2.6. Implicaciones médicas: la biología evolutiva como ciencia aplicada a la salud

Duración

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos y Evidencias de la Evolución

Práctica 1: Analizando malentendidos comunes sobre la teoría de la evolución

Duración:

02 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones iniciales de la persona docente respecto al propósito del taller.

2. Integran equipos de trabajo de 2 a 3 personas.
3. Lee y analiza en equipo los textos asignados sobre malentendidos de la evolución.
4. Selecciona dos malentendidos de la lista y discute sus implicaciones científicas y sociales.
5. Contrasta cada malentendido con la evidencia científica que lo refuta.
6. Prepara una exposición breve (10 minutos) en la que su equipo explique: El malentendido elegido; por qué surge o se mantiene en la sociedad; la explicación científica correcta, y; un ejemplo o caso real que lo aclare.
7. Expone ante el grupo los resultados de su análisis.
8. Atiende las preguntas del grupo y de la persona docente para consolidar la discusión colectiva.
9. Entrega un documento corto (1 página por equipo) en formato digital con la síntesis de los dos malentendidos analizados.

Recursos de apoyo:

- Textos: *10 Misconceptions About Evolution by Ten Misunderstandings About Evolution*.
- Computadora o dispositivo para redactar la síntesis.
- Internet para búsqueda de ejemplos adicionales o referencias científicas.
- Pizarrón o rotafolios para apoyo visual durante las exposiciones.
- Proyector y diapositivas (opcional, según el equipo).

Práctica 2: Evolución del VIH y sus implicaciones biomédicas

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales de la persona docente respecto a la dinámica del taller.
2. Integra equipos de 2 a 3 personas.
3. Revisa el capítulo 1 de *Herron & Freeman* y analiza las preguntas asignadas.
4. Define en equipo el concepto de “evolución biológica” con tus propias palabras y prepara una breve exposición.
5. Discute en equipo los escenarios planteados (dosis de AZT, terapia múltiple vs. secuencial, vacaciones de medicamentos, etc.) considerando los principios de variación genética y resistencia evolutiva.
6. Reflexiona sobre las implicaciones evolutivas de la selección natural en humanos y las predicciones respecto a la respuesta poblacional frente al VIH.
7. Diseña en equipo una propuesta de estudio hipotético para evaluar la evolución de poblaciones humanas bajo la presión selectiva del VIH, especificando lugar, datos y forma de presentación.
8. Expone junto con su compañera o compañero las respuestas a dos de las preguntas frente al grupo.
9. Participa en la discusión colectiva final dirigida por el docente, argumentando y contrastando las diferentes posturas.

Recursos de apoyo

- Libro de texto: *Herron & Freeman, Evolutionary Analysis* (capítulo 1).
- Proyector o pizarra para exposición de esquemas y respuestas.
- Material impreso o digital con las figuras del capítulo (ej. Figura 1.11 y Figura 1.25a).
- Acceso a Internet para consulta de recursos adicionales sobre VIH y evolución de resistencia.
- Hojas y plumones/rotuladores para elaboración de esquemas.

Unidad II. Mecanismos de Cambio Evolutivo

Práctica 3: Línea de tiempo de la evolución de la vida en la Tierra

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales de la persona docente sobre la dinámica del taller.
2. Traza junto con tus compañeras y compañeros dos líneas de 30 metros en el suelo utilizando gis. Primera línea representa los 4,600 millones de años de la Tierra, con marcas cada 100 millones de años (aprox. cada 65 cm). Segunda línea representa los últimos 250 millones de años, con escalas proporcionales.
3. Integra equipos de 2 a 3 personas.
4. Escucha la pregunta planteada por la persona docente sobre el tiempo en el que se llevó a cabo un evento evolutivo (ej. aparición de las aves, Gran Oxigenación, divergencia con neandertales).
5. Marca en la línea de tiempo el momento que su equipo considere correcto para el evento preguntado.
6. Repite el procedimiento para un total de 10 preguntas, que abarcan eventos desde los más ancestrales hasta los más recientes.
7. Escucha la retroalimentación de la persona docente sobre la respuesta correcta después de cada pregunta y compara tu marca con el punto real.
8. Participa en la breve charla de cierre donde la persona docente contextualiza los principales eventos de la historia de la vida y su importancia evolutiva.

Recursos de apoyo

- Espacio abierto (patio, explanada o cancha).
- Gises de diferentes colores (un color por equipo).
- Cinta métrica de 30 metros o cuerda medidora.
- Lista de 10 preguntas sobre eventos clave en la historia de la vida (preparadas por su docente).
- Cronología de referencia (tabla o diapositiva con las respuestas correctas).
- Pizarrón portátil o carteles para registrar el puntaje de los equipos.

Práctica 4: El Gran Evento de biodiversificación del ordovícico (GOBE)

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales de la persona docente sobre los objetivos del taller.
2. Integra equipos de 2 a 3 personas.
3. Revisa el material de apoyo asignado, incluyendo las figuras y la introducción del artículo de Schmitz et al. (2008).
4. Analiza en su equipo las gráficas que muestran la relación entre la presencia de cromita extraterrestre y los cambios en la diversidad de braquiópodos.
5. Discute cómo la evidencia geológica (impactos de meteoritos) se correlaciona con los patrones de diversificación biológica durante el Ordovícico.
6. Responde en su equipo las preguntas asignadas en *classroom*, justificando cada respuesta con base en los datos de las figuras.
7. Expone brevemente las conclusiones frente al grupo, destacando la relevancia de los eventos astronómicos en la historia evolutiva de la vida.
8. Participa en la discusión general guiada por el docente para integrar los aprendizajes del taller.

Recursos de apoyo

- Artículo de referencia: Schmitz et al. 2008 (*Nature Geoscience*).
- Capítulo 17 de *Evolution*, Futuyma & Kirkpatrick (4ª ed.).
- Figuras impresas o proyectadas sobre biodiversificación en el Ordovícico.
- Acceso a Internet para consulta de fuentes complementarias.
- Computadora y proyector para visualización de resultados.
- Plataforma *classroom* para responder y entregar preguntas.

Práctica 5: Edad del clado y riqueza de especies en el árbol de la vida

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales de la persona docente sobre los objetivos del taller.
2. Integra equipos de 2 a 3 personas.
3. Revisa el artículo de Rabosky et al. (2012) y analiza las figuras proporcionadas sobre edad del clado y número de especies.
4. Interpreta la relación entre antigüedad de los clados y riqueza de especies, considerando la escala logarítmica y las comparaciones entre diferentes grupos de eucariotas.
5. Discute en equipo las posibles explicaciones para los patrones observados, incluyendo hipótesis de tasas de diversificación y extinción.
6. Responde en equipo el cuestionario en Google Classroom, justificando cada respuesta con base en las figuras y en la discusión realizada.

7. Expone brevemente las conclusiones frente al grupo, contrastando resultados entre diferentes clados.
8. Participa en la discusión final dirigida por la persona docente, integrando las conclusiones individuales y colectivas.

Recursos de apoyo

- Artículo de referencia: Rabosky et al. 2012. *Clade age and species richness are decoupled across the eukaryotic tree of life*. PLoS Biol 10(8): e1001381.
- Figuras impresas o proyectadas del artículo.
- Plataforma Google Classroom para responder y entregar el cuestionario.
- Computadora o dispositivo con acceso a Internet.
- Pizarrón o rotafolios para anotar hallazgos de la discusión.

Unidad III. Mecanismos y Fuerzas de la Evolución

Práctica 6: La polilla moteada y la evolución por selección natural

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales de la persona docente sobre el contexto histórico y biológico del caso de la polilla *Biston betularia*.
2. Integra equipos de 2 a 3 personas.
3. Revisa en su equipo las figuras y datos sobre los cambios en la frecuencia de las formas melánicas en Reino Unido y Estados Unidos.
4. Analiza cómo las variaciones en la contaminación ambiental (dióxido de azufre, partículas) se relacionan con los cambios observados en la frecuencia de la polilla melánica.
5. Responde en equipo las preguntas del taller, comparando valores esperados y observados, y discutiendo las posibles causas de discrepancias.
6. Evalúa la importancia de los resultados paralelos en Europa y América del Norte como evidencia de selección natural.
7. Reflexiona en equipo sobre si los cambios observados podrían explicarse únicamente por factores ambientales no genéticos.
8. Expone en plenaria las respuestas de su equipo a una de las preguntas asignadas, justificando con datos y argumentos.
9. Participa en la discusión grupal dirigida por la persona docente para integrar conclusiones sobre cómo este caso ejemplifica la evolución en acción.

Recursos de apoyo

- Artículo de referencia: Grant, B. S., Owen, D. F. & Clarke, C. A. 1996. *Parallel rise and fall of melanic peppered moths in America and Britain*. *Journal of Heredity* 87: 351–357.
- Capítulo correspondiente de *Evolution*, Futuyma & Kirkpatrick.
- Figuras impresas o proyectadas sobre frecuencias de polillas y contaminantes ambientales.

- Computadora y proyector para análisis de gráficas.
- Pizarrón o rotafolios para compartir conclusiones de equipos.

Práctica 7: Selección natural a nivel molecular con análisis dN/dS

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre el objetivo del taller.
2. Descarga el archivo de ejemplo (gen de hemaglutinina H5N1) en formato FASTA desde la página de Datamonkey.
3. Ingresa al sitio www.datamonkey.org y selecciona la opción de análisis de Selección → Gene → BUSTED.
4. Carga el archivo descargado, define el código genético universal y ejecuta el análisis.
5. Observa el árbol filogenético generado y selecciona todas las ramas para su análisis.
6. Revisa el resumen de resultados, identificando si existen señales de selección positiva o negativa en el gen analizado.
7. Repite el procedimiento con la opción SITES → PERVASIVE → FEL, para estimar la selección en codones específicos.
8. Interpreta los resultados obtenidos sobre selección positiva y negativa a nivel de codones y linajes.
9. Genera las gráficas y el árbol resultante.
10. Responde en equipo las preguntas del cuestionario:
11. Expón en plenaria las conclusiones principales de su equipo sobre los patrones de selección encontrados.

Recursos de apoyo

- Sitio web: Datamonkey.
- Archivo FASTA de hemaglutinina H5N1 (descargable desde Datamonkey).
- Computadora con acceso a Internet.
- Software de visualización de secuencias (opcional: MEGA, AliView).
- Material bibliográfico:
- Posada, D. (2009). *Bioinformatics for DNA sequences analysis*. Humana Press.
- Yang, Z. (2006). *Computational Molecular Evolution*. Oxford University Press.
- Pizarrón o rotafolios para exponer conclusiones.

Práctica 8: Antagonismo sexual y coevolución en *Drosophila*

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre el objetivo del taller y la importancia del antagonismo sexual en la evolución.
2. Integra equipos de 2 a 3 personas.
3. Lee la introducción y las preguntas guía asignadas en *classroom*.
4. Analiza en equipo la Figura 1 del estudio de Holland y Rice (1999) y discute sus implicaciones sobre la toxicidad masculina y la resistencia femenina.
5. Utiliza los datos de la Tabla 1 para construir una gráfica de barras en R comparando el número de eventos de cortejo entre machos monógamos y de control, con barras de error.
6. Ejecuta pruebas estadísticas en R (prueba t o Wilcoxon, según corresponda) para evaluar si las diferencias entre grupos son significativas.
7. Con los datos de la Tabla 3, construye una curva de supervivencia en R utilizando el paquete *ggplot2* y analiza las diferencias entre hembras apareadas con machos monógamos y de control.
8. Evalúa la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y realiza el análisis estadístico adecuado (ANOVA o modelo lineal mixto).
9. Interpreta los resultados obtenidos en sus gráficas y análisis estadísticos en relación con el antagonismo sexual y la coevolución.
10. Expone sus conclusiones al grupo y compara los resultados con los del artículo original de Holland y Rice (1999).

Recursos de apoyo

- Artículo de referencia: Holland, B. & Rice, W. R. (1999). *Experimental removal of sexual selection reverses intersexual antagonistic coevolution and removes a reproductive load*. PNAS 96: 5083–5088.
- Computadora con acceso a Internet.
- Software estadístico R y paquetes asociados (*ggplot2*, *readr*, *tidyr*, *nlme*).
- Archivos de datos en formato .csv para importar en R.
- Material bibliográfico complementario sobre antagonismo sexual y selección sexual.
- Pizarrón o rotafolios para socializar los resultados en plenaria.

Práctica 9: Simulación de deriva génica en poblaciones virtuales

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre los objetivos del taller.
2. Ingresa al simulador en línea de deriva genética: [Genetic Drift Model – Virtual Biology Lab](#).
3. Ajusta el tamaño poblacional inicial en la simulación y ejecuta corridas para observar cómo cambia la frecuencia alélica con el tiempo.
4. Realiza al menos cinco simulaciones variando el tamaño poblacional y registra los resultados obtenidos.
5. Identifica patrones en la fijación o pérdida de alelos en poblaciones pequeñas vs. grandes.

6. Discute en equipo cómo los resultados reflejan la teoría de la deriva génica y su relación con el tamaño efectivo de población.
7. Responde en Google Classroom el cuestionario asignado, justificando cada respuesta con base en sus simulaciones y análisis.
8. Participa en la discusión grupal dirigida por la persona docente para comparar los resultados entre equipos.

Recursos de apoyo

- Simulador en línea: [Genetic Drift Model – Virtual Biology Lab](#).
- Computadora, laptop o dispositivo con acceso a Internet.
- Plataforma Google Classroom para responder el cuestionario.
- Cuaderno o hoja de registro para anotar observaciones y patrones.
- Pizarrón o rotafolios para compartir conclusiones en plenaria.

Práctica 10: Evolución de la cooperación y teoría de juegos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre los objetivos del taller.
2. Ingresa al simulador interactivo de teoría de juegos en el sitio: [The Evolution of Trust](#).
3. Explora los escenarios que muestran cómo surgen dinámicas de cooperación y traición en interacciones repetidas.
4. Observa cómo cambian las estrategias ganadoras dependiendo de las condiciones (número de rondas, probabilidad de error, diversidad de jugadores).
5. Registra ejemplos concretos de cuándo la cooperación es estable y cuándo colapsa frente a la traición.
6. Discute en equipo cómo los resultados del modelo se relacionan con fenómenos reales de cooperación en biología y sociedad.
7. Responde el cuestionario en Google Classroom, sustentando sus respuestas con lo observado en las simulaciones.
8. Participa en la discusión grupal dirigida por la persona docente para integrar conclusiones sobre el papel de la cooperación en la evolución.

Recursos de apoyo

- Simulador en línea: [The Evolution of Trust](#).
- Computadora, laptop o dispositivo con acceso a Internet.
- Plataforma Google Classroom para responder el cuestionario.
- Cuaderno u hoja de registro para anotar observaciones y ejemplos.
- Pizarrón o rotafolios para compartir conclusiones en plenaria.

Unidad IV. Especiación y Filogenias: el origen y las relaciones de las especies

Práctica 11: Reforzamiento selectivo y aislamiento reproductivo en ranas coro

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre el concepto de reforzamiento selectivo y su importancia en la especiación.
2. Integra equipos de 3 a 4 integrantes.
3. Analiza la Figura 1 para identificar el desplazamiento del carácter reproductivo en el canto de *Pseudacris feriarum* en áreas alopátricas y simpátricas.
4. Examina la Figura 2 para evaluar la aptitud de los híbridos en distintas etapas del ciclo de vida (viabilidad, apareamiento, fertilización).
5. Discute en su equipo si los datos apoyan la hipótesis de que el reforzamiento selectivo contribuye al aislamiento reproductivo precigótico.
6. Considera explicaciones alternativas al desplazamiento del carácter reproductivo, comparando las explicaciones con los criterios necesarios para inferir reforzamiento.
7. Responde en Google Classroom las preguntas del taller, justificando sus respuestas con base en los datos de las figuras.
8. Expone en plenaria las conclusiones principales del equipo y las compara con las de otros equipos.
9. Participa en la discusión final dirigida por la persona docente para integrar aprendizajes sobre el papel del reforzamiento en la especiación.

Recursos de apoyo

- Artículo base: Moriarty Lemmon, E. & Lemmon, A. R. (2010). *Reinforcement in chorus frogs: lifetime fitness estimates including intrinsic natural selection and sexual selection against hybrids*. Evolution 64: 1748–1761.
- Figuras impresas o proyectadas (frecuencia de cantos y aptitud de híbridos).
- Computadora con acceso a Internet.
- Plataforma Google Classroom para responder el cuestionario.
- Pizarrón o rotafolios para exposición de conclusiones.

Práctica 12: Patrones de especiación en hongos parásitos

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre el concepto de aislamiento reproductivo y su importancia en la especiación.
2. Integra equipos de 2 a 3 personas.

3. Revisa el material de apoyo sobre el ciclo de vida de *Microbotryum violaceum* y sus interacciones con plantas hospederas.
4. Analiza la Figura 1 para comprender las relaciones filogenéticas entre los aislados estudiados.
5. Examina la Figura 2 para identificar los procesos clave del ciclo de vida de este hongo que influyen en el éxito reproductivo.
6. Evalúa la Figura 3 para interpretar los índices de aislamiento reproductivo (RI-1, RI-2, RI-T) en relación con la distancia genética.
7. Calcula un ejemplo de RI utilizando la fórmula proporcionada ($RI = 1 - Ph/Pc$) para comprender su aplicación.
8. Discute con su equipo cómo los datos apoyan o refutan la hipótesis de que el aislamiento reproductivo aumenta con la distancia genética.
9. Responde en Google Classroom las preguntas asignadas, justificando sus respuestas con base en las figuras y cálculos realizados.
10. Exponen en equipo en la plenaria las conclusiones principales y las contrasta con las de otros equipos.

Recursos de apoyo

- Artículo de referencia: Le Gac, M., Hood, M. & Giraud, T. (2007). *Evolution of reproductive isolation within a parasitic fungal species complex*. Evolution 61: 1781–1787.
- Figuras impresas o proyectadas (filogenias, ciclo de vida y gráficas de aislamiento reproductivo).
- Calculadora o software (Excel, R) para aplicar la fórmula de RI.
- Plataforma Google Classroom para responder el cuestionario.
- Computadora con acceso a Internet.
- Pizarrón o rotafolios para la discusión grupal.

Práctica 13: Aplicaciones forenses de la filogenética

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre el uso de la filogenética en contextos forenses y legales.
2. Integra equipos de 2 a 3 personas.
3. Revisa el caso de estudio de Siljic et al. (2017) sobre transmisión de VIH-1 y las secuencias analizadas (genes *pol* y *env*).
4. Analiza las filogenias generadas a partir de las secuencias y determina si los grupos de interés son monofiléticos, parafiléticos o polifiléticos.
5. Discute con su equipo qué inferencias se pueden extraer sobre la transmisión del virus entre los individuos y la estructura de la población infectada.
6. Responde en Google Classroom las preguntas del taller, justificando sus conclusiones con base en los árboles filogenéticos.

7. Realiza el ejercicio adicional: reconstruye los tres árboles filogenéticos posibles para las especies de aves endémicas y el grupo externo, anotando las transiciones para determinar el árbol más parsimonioso.
8. Exponen en plenaria las conclusiones principales de su equipo, contrastándolas con las de otros equipos.
9. Participa en la discusión general dirigida por la persona docente sobre las implicaciones del uso de la filogenética en biología y en contextos aplicados (medicina, conservación, forense).

Recursos de apoyo

- Artículo base: Siljic, M. et al. (2017). *Forensic application of phylogenetic analyses – Exploration of suspected HIV-1 transmission case*. Forensic Science International: Genetics 27: 100–105.
- Capítulo correspondiente en *Evolution*, Futuyma & Kirkpatrick.
- Árboles filogenéticos impresos o proyectados de los genes *pol* y *env*.
- Computadora con acceso a Internet.
- Plataforma Google Classroom para responder el cuestionario.
- Software o material para construir filogenias manualmente (ej. papel milimetrado, lápices de colores).
- Pizarrón o rotafolios para discutir conclusiones.

Unidad V. Evolución de genes y genomas

Práctica 14: Evolución del tamaño del cerebro y del genoma en aves

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre la relación entre tamaño del genoma, tamaño celular y tamaño cerebral en aves.
2. Integra equipos de 2 a 3 personas.
3. Revisa en equipo la Tabla 1 de la práctica, identificando las especies con mayor y menor tamaño corporal, así como sus valores asociados de área nuclear y área celular.
4. Contesta en equipo las preguntas iniciales relacionadas con masa corporal y área celular de especies específicas (ej. guacamaya de hombros rojos).
5. Analiza la Figura 1 para interpretar la relación entre área celular y tamaño del genoma en escala logarítmica.
6. Examina la Figura 2 para determinar la relación entre tamaño relativo del cerebro y tamaño del genoma.
7. Discute con su equipo las implicaciones de estos patrones para la evolución del rendimiento cerebral y el costo energético del genoma.
8. Responde en Google Classroom las preguntas asignadas, justificando cada conclusión con base en los datos de las figuras y la tabla.

9. Exponen en plenaria los hallazgos principales de su equipo y participa en la discusión general dirigida por la persona docente sobre cómo los costos energéticos moldean la evolución genómica y cerebral en aves.

Recursos de apoyo

- Artículo base: Andrews, C. B. & Gregory, T. R. (2009). *Genome size is inversely correlated with relative brain size in parrots and cockatoos*. *Genome* 52: 261–267.
- Taller adaptado de *Evolution*, 4ª edición, Futuyma & Kirkpatrick.
- Tabla y figuras impresas o proyectadas (relación tamaño del genoma – tamaño celular – tamaño cerebral).
- Computadora con acceso a Internet.
- Plataforma Google Classroom para responder el cuestionario.
- Calculadora o software (Excel, R) para verificar correlaciones de los datos (opcional).
- Pizarrón o rotafolios para socializar conclusiones.

Unidad VI. Macroevolución y salud humana

Práctica 15: Fósiles y la evolución temprana de los cetáceos

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre la evolución temprana de los cetáceos y la división entre odontocetos y misticetos.
2. Integran equipos de 2 a 3 personas.
3. Revisa el material de apoyo sobre el fósil de *Janjucetus hunderi* y su importancia como basal dentro de los misticetos.
4. Analiza la Figura 1 para identificar los rasgos morfológicos compartidos entre *Janjucetus* y los odontocetos, así como las sinapomorfías de los misticetos actuales.
5. Discute con equipo por qué *Janjucetus* se considera un misticeto basal a pesar de tener dientes y hábitos de depredador.
6. Responde en equipo las preguntas sobre ecología alimentaria y cómo se refleja en la morfología del cráneo.
7. Revisa la Figura 2 y compara los dientes de *Janjucetus* con los de la foca cangrejera (*Lobodon carcinophagus*), discutiendo si esta similitud respalda o no la hipótesis de alimentación por filtración.
8. Elabora una hipótesis en su equipo sobre qué tipo de fósil intermedio sería clave para comprender la transición hacia el filtrado en misticetos.
9. Responde en Google Classroom las preguntas del taller, justificando sus conclusiones con base en las figuras y el artículo de Fitzgerald (2006).
10. Exponen en plenaria las conclusiones y participa en la discusión colectiva sobre cómo los fósiles permiten inferir patrones de macroevolución.

Recursos de apoyo

- Artículo base: Fitzgerald, E. M. G. (2006). *A bizarre new toothed mysticete (Cetacea) from Australia and the early evolution of baleen whales*. *Proc. R. Soc. B.* 273: 2955–2963.
- Taller adaptado de *Evolution, Fourth Edition*, Futuyma & Kirkpatrick.
- Figuras impresas o proyectadas sobre el árbol filogenético de misticetos y la morfología dental de *Janjucetus*.
- Plataforma Google Classroom para responder el cuestionario.
- Computadora con acceso a Internet para consultar bibliografía adicional.
- Pizarrón o rotafolios para socializar hipótesis y conclusiones.

Práctica 16: Evolución de la resistencia a antibióticos

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre la evolución de la resistencia a antibióticos.
2. Revisa los antecedentes sobre la resistencia bacteriana y el papel de la transferencia horizontal de genes y los plásmidos.
3. Investiga en equipo: los principales modos de acción de los antibióticos; alternativas asociadas a su uso; qué son las mutaciones compensatorias.
4. Analiza las gráficas presentadas en el artículo de referencia, identificando patrones de eficacia de distintos antibióticos.
5. Responde las preguntas guía: eficacia relativa de antibióticos, diferencias entre bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, hipótesis sobre genes de resistencia ancestrales, implicaciones en salud pública.
6. Discute las respuestas en equipo y participa en la retroalimentación grupal.
7. Registra las conclusiones principales en un documento breve o en el formulario de Google Classroom.

Recursos de apoyo

- Sitio de referencia: [PBS Nova – Evolution of Antibiotic Resistance](#).
- Gráficas impresas o proyectadas sobre resistencia a antibióticos.
- Computadora con acceso a Internet.
- Plataforma Google Classroom para responder preguntas.
- Pizarrón o rotafolios para compartir conclusiones.

Práctica 17: Análisis evolutivo de fenómenos en salud humana

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre la relación entre evolución y salud humana.
2. Integra equipos pequeños o trabaja de manera individual.
3. Lee cuidadosamente los planteamientos de cada problema (patógenos y dominancia de variantes, resistencia a antibióticos, fiebre, cáncer, enfermedades modernas, miopía).
4. Reflexiona en equipo sobre cada caso, aplicando principios de biología evolutiva (selección natural, adaptación, mutaciones, filogenias, desajuste evolutivo).
5. Responde de manera argumentada las preguntas guía de cada fenómeno, justificando con ejemplos, mecanismos evolutivos o evidencia científica.
6. Diseña una propuesta de investigación breve para al menos uno de los casos (ej. factores genéticos contra ambientales en miopía, filogenias en cáncer).
7. Expone en plenaria las conclusiones de su equipo y participa en la discusión general dirigida por la persona docente.

Práctica 17: Análisis evolutivo de fenómenos en salud humana

Duración

01 hora

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales por la persona docente sobre la relación entre evolución y salud humana.
2. Integra equipos pequeños o trabaja de manera individual.
3. Lee cuidadosamente los planteamientos de cada problema (patógenos y dominancia de variantes, resistencia a antibióticos, fiebre, cáncer, enfermedades modernas, miopía).
4. Reflexiona en equipo sobre cada caso, aplicando principios de biología evolutiva (selección natural, adaptación, mutaciones, filogenias, desajuste evolutivo).
5. Responde de manera argumentada las preguntas guía de cada fenómeno, justificando con ejemplos, mecanismos evolutivos o evidencia científica.
6. Diseña una propuesta de investigación breve para al menos uno de los casos (ej. factores genéticos contra ambientales en miopía, filogenias en cáncer).
7. Expone en plenaria las conclusiones de su equipo y participa en la discusión general dirigida por la persona docente.

Recursos de apoyo

- Material de referencia provisto por el docente sobre evolución y salud humana.
- Computadora con acceso a Internet para consulta bibliográfica.
- Plataforma Google Classroom para entrega de respuestas.
- Pizarrón o rotafolios para discusión colectiva.

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	60%
- Prácticas de taller	30%
- Cartel científico	10%

Total

100%

IX. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Futuyma, D. J., & Kirkpatrick, M. (2022). *Evolution* (5th ed.). Oxford University Press.
- Freeman, S., & Herron, J. C. (2024). *Evolutionary analysis* (6th ed.). Pearson.
- Zimmer, C., & Emlen, D. J. (2020). *Evolution: Making sense of life* (3rd ed.). W. H. Freeman.
- Emlen, D. E., & Zimmer, C. (2024). *Evolution: Making Sense of Life* (3.^a ed.). Macmillan Learning.
- Chakrabarty, P. (2020). *Explaining life through evolution*. The MIT Press.
- Hartl, D. L. (2020). *A primer of population genetics and genomics* (4th ed.). Oxford University Press.
- Shubin, N. (2020). *Some assembly required: Decoding four billion years of life, from ancient fossils to DNA*. Pantheon Books.
- Popolizio, T. (2024). *Understanding Organisms: An Evolutionary, Ecological and Comparative Approach*. [Ebook](#).

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Andrews, C. B., & Gregory, T. R. (2009). Genome size is inversely correlated with relative brain size in parrots and cockatoos. *Genome*, 52(3), 261–267.
<https://doi.org/10.1139/G09-003>
- Fitzgerald, E. M. G. (2006). A bizarre new toothed mysticete (Cetacea) from Australia and the early evolution of baleen whales. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273*(1604), 2955–2963. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3664>
- Grant, B. S., Owen, D. F., & Clarke, C. A. (1996). Parallel rise and fall of melanic peppered moths in America and Britain. *Journal of Heredity*, 87(5), 351–357.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a023003>
- Holland, B., & Rice, W. R. (1999). Experimental removal of sexual selection reverses intersexual antagonistic coevolution and removes a reproductive load. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(9), 5083–5088.
<https://doi.org/10.1073/pnas.96.9.5083>
- Le Gac, M., Hood, M. E., & Giraud, T. (2007). Evolution of reproductive isolation within a parasitic fungal species complex. *Evolution*, 61(8), 1781–1787.
<https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2007.00144.x>

- Lemmon, E. M., & Lemmon, A. R. (2010). Reinforcement in chorus frogs: Lifetime fitness estimates including intrinsic natural selection and sexual selection against hybrids. *Evolution*, 64(6), 1748–1761. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2010.00955.x>
- Rabosky, D. L., Title, P. O., & Huang, H. (2012). Clade age and species richness are decoupled across the eukaryotic tree of life. *PLOS Biology*, 10(8), e1001381. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001381>
- Schmitz, B., Håggström, T., & Tassinari, M. (2008). Sediment-distributed extraterrestrial chromite traces a major asteroid disruption event. *Nature Geoscience*, 1(5), 355–358. <https://doi.org/10.1038/ngeo184>
- Siljic, M., Vidanovic, D., Salemovic, D., Brmbolic, B., Jovanovic, T., Jovanovic, D., Jevtovic, D., & Siljic, S. (2017). Forensic application of phylogenetic analyses – Exploration of suspected HIV-1 transmission case. *Forensic Science International: Genetics*, 27, 100–105. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2016.12.003>

X. PERFIL DOCENTE

La persona docente deberá contar con una formación académica en Biología o áreas afines, con conocimientos avanzados en la teoría evolutiva, tanto en ámbito práctico como teórico; contar con cursos o talleres en formación pedagógica o docencia universitaria, tener dominio en procesos de enseñanza-aprendizaje y es deseable que cuente con estudios de posgrado en el área de evolución, con al menos un año de experiencia en la enseñanza de conceptos biológicos complejos. Además, deberá demostrar compromiso con la enseñanza y la innovación educativa, promoviendo el pensamiento crítico, el trabajo en equipo, la creatividad, el respeto y la tolerancia en el aula.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Sistemas Socioecológicos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Obligatoria
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Juana Claudia Leyva Aguilera Rosa Ana de Luca Zuria
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es la comprensión de las interacciones entre los sistemas sociales (cultura, economía, política) y ecológicos (ecosistemas, biodiversidad), a través del análisis de sus componentes, con el fin de incorporar la visión interdisciplinaria en la integración de los conocimientos ecológicos para el reconocimiento de las funciones y servicios ecosistémicos, para proponer soluciones innovadoras y creativas a la problemática ambiental con enfoque crítico y reflexivo.

Esta unidad de aprendizaje es de carácter obligatorio, se ubica en etapa disciplinaria y pertenece al área de conocimiento de sistemas socioecológicos.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la complejidad de la interacción entre los seres humanos y los sistemas naturales, mediante la integración del conocimiento biológico con enfoque social y en colaboración con diferentes actores sociales en la investigación de estudios de caso, para el diseño e implementación de estrategias de gestión en la resolución de problemas de conservación y aprovechamiento de ecosistemas, con una actitud crítica, reflexiva y con responsabilidad social.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Portafolio de evidencias que integren las actividades del taller.
2. Reporte escrito de un caso de estudio de un socioecosistema con enfoque local o regional.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social, Equidad social y de género, Inclusión, Innovación social e Interculturalidad.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Elementos conceptuales que definen los componentes del Sistema socioecológico

Competencia

Categorizar los tipos de ecosistemas y recursos asociados, mediante el análisis de los elementos y procesos que los distinguen, para entender la complejidad de su incorporación en los sistemas socioecológicos dentro del marco de la gestión ambiental, con actitud crítica y asertividad.

Contenido

- 1.1. Tipos de ecosistemas y recursos
- 1.2. Funciones ecológicas
- 1.3. Servicios ecológicos
- 1.4. Modelos de gestión

Duración

08 horas

Unidad II. Marco teórico de los paradigmas ambientales

Competencia

Contrastar los diferentes paradigmas ambientales y los movimientos ecologistas asociados, mediante la revisión histórica y el análisis de conceptos y enfoques, para contextualizar la importancia de los sistemas socioecológicos y el desarrollo sustentable, con una actitud analítica y responsable.

Contenido

- 2.1. Evolución de los paradigmas ambientales
- 2.2. Enfoques de los sistemas socioecológicos
- 2.3. De la “conciencia” ecológica al desarrollo sustentable
- 2.4. Movimientos sociales y eventos ambientales

Duración

08 horas

Unidad III. Origen y evolución del concepto de Sistemas Socioecológicos

Competencia

Explicar el concepto de sistema socioecológico mediante el análisis de los procesos de evolución conceptual, para entender la complejidad de su incorporación a un marco analítico para la solución de problemas ambientales, con actitud crítica, responsable y asertiva.

Contenido

- 3.1. Evolución del concepto de Sistema Socioecológico a Socioecosistema
- 3.2. Marco General para Analizar la Sostenibilidad
- 3.3. Estudios de caso

Duración

08 horas

Unidad IV. Concepto de Sistemas socioecológicos (SSE) o socioecosistema aplicado

Competencia

Caracterizar los diferentes subsistemas de un SSE y sus interacciones, mediante el análisis de fuentes de información relacionadas con los problemas ambientales, para comprender la complejidad que implica la sostenibilidad de los procesos y los retos que se enfrentan en la región, con actitud crítica y propositiva.

Contenido

- 4.1. Aplicación del marco de referencia de SSE a un problema selecto
 - 4.1.1. Identificación de los componentes del sistema
 - 4.1.2. Análisis de las interacciones entre los diferentes componentes
 - 4.1.3. Análisis de actores
 - 4.1.4. Determinación del Sistema de Gobernanza

Duración

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Elementos conceptuales que definen los componentes del Sistema socioecológico

Práctica 1: Ecosistemas y recursos

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Recibe información documental sobre ecosistemas y recursos naturales y culturales.
4. Analiza la información y discute los temas en equipo.
5. Elige un tema que permita integrar los conceptos revisados.
6. Elabora en equipo un mapa mental que represente el resultado.
7. Socializa con el grupo su resultado.

8. Recibe retroalimentación grupal y del docente.
9. Entrega en plataforma la evidencia del taller.

Recursos de apoyo:

- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo con acceso a internet.
- Proyector.

Práctica 2: Funciones y servicios ecológicos

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Investiga sobre las funciones y servicios ecológicos en diferentes contextos (urbano, rural, natural).
4. Analiza la información y discute los temas en equipo.
5. Elige un tema para presentar un organizador gráfico que represente las funciones y servicios en un contexto elegido.
6. Socializa con el grupo su resultado.
7. Recibe retroalimentación grupal y del docente.
8. Entrega en plataforma la evidencia del taller.

Recursos de apoyo:

- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo con acceso a internet.
- Proyector.

Práctica 3: Modelos de gestión

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza el video sobre modelos de gestión de ecosistemas en México.
3. Se reúne en equipos.
4. Discute en equipo sobre el papel de los actores sociales para la gestión.
5. Elaboran un mapa de actores que represente el modelo de gestión dramatizado en el video.
6. Socializa con el grupo sus resultados.
7. Recibe retroalimentación grupal y del docente.
8. Entrega en plataforma la evidencia del taller.

Recursos de apoyo:

- Recursos bibliográficos.
- Material audiovisual.
- Bocinas.
- Computadora o dispositivo con acceso a internet.
- Proyector.

Unidad II. Marco teórico de los paradigmas ambientales**Práctica 4: Movimientos sociales y eventos ambientales (juego de roles)****Duración:**

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Investiga sobre movimientos sociales y eventos ambientales relevantes para la localidad o la región.
4. Selecciona un movimiento o evento ambiental.
5. Discute en equipo para elaborar un guión.
6. Realiza una dramatización sobre el movimiento o actividad seleccionada.
7. Recibe retroalimentación grupal y del docente.
8. Entrega en plataforma la evidencia del taller (guión, fotografía, video).

Recursos de apoyo:

- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo con acceso a internet.
- Material de apoyo.

Unidad III. Origen y evolución del concepto de Sistemas Socioecológicos**Práctica 5: Evolución del concepto de SSE****Duración:**

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Investiga sobre los diferentes autores y corrientes de estudio en SSE.
3. Analiza la información.
4. Recibe respuesta a dudas y preguntas expuestas en el taller por parte del docente.
5. Realiza un ensayo sobre la evolución del concepto.
6. Entrega en plataforma la evidencia

Recursos de apoyo:

- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo con acceso a internet.

Práctica 6: Marco analítico de SSE**Duración:**

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Investiga sobre los diferentes marcos de análisis de SSE.
3. Se reúne en equipo.
4. Selecciona un ejemplo de marco analítico para discutir.
5. Presenta en grupo el modelo elegido con la justificación y discusión sobre su aplicación.
6. Recibe retroalimentación grupal y del docente.
7. Entrega en plataforma la evidencia.

Recursos de apoyo:

- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo con acceso a internet.
- Proyector o pantalla.

Práctica 7: Aplicación del marco analítico de SSE**Duración:**

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipo.
3. Aplica el marco analítico seleccionado a un caso de estudio proporcionado por el docente.
4. Presenta al grupo el resultado de la aplicación del modelo y sus conclusiones
5. Recibe retroalimentación grupal y del docente.
6. Entrega en plataforma la evidencia.

Recursos de apoyo:

- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo con acceso a internet.
- Proyector o pantalla.

Unidad IV. Concepto de Sistemas socioecológicos (SSE) o socioecosistema aplicado

Práctica 8: Estudio de caso

Duración:

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipo.
3. Revisa casos reales a escala local o regional y selecciona uno para su análisis.
4. Identifica los componentes del sistema.
5. Analiza las interacciones entre los diferentes componentes.
6. Recibe retroalimentación grupal y del docente.
7. Entrega en plataforma la evidencia.

Recursos de apoyo:

- Recursos bibliográficos.
- Computadora o dispositivo con acceso a internet.
- Proyector o pantalla.

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad IV. Concepto de Sistemas socioecológicos (SSE) o socioecosistema aplicado

Práctica 1: Estudio de caso

Duración:

16 horas

Procedimiento:

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Acude a la comunidad o institución de acuerdo al estudio de caso seleccionado.
3. Obtiene el consentimiento informado de las personas de la comunidad.
4. Aplica la metodología participativa para delimitar el SSE con apoyo de las herramientas adecuadas al contexto (observación, cuestionario, grupos de enfoque, talleres).
5. Valida los componentes del sistema identificados previamente.
6. Valida las interacciones entre los diferentes componentes.
7. Realiza el análisis de los actores.
8. Determina el sistema de gobernanza.
9. Recibe retroalimentación de su docente.
10. Elabora y entrega reporte para recibir evaluación.

Recursos de apoyo

- Consentimiento informado para uso de datos e imagen.

- Guías metodológicas (entrevista, observación, etc.).
- Dispositivos de registro (fotografía, grabación de audio y video).
- Equipo de cómputo.
- Libreta de campo.
- Medio de transporte.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

Durante la primera sesión, el docente establecerá junto con el grupo las formas de trabajo, los criterios de evaluación, la calidad esperada en los productos académicos y los derechos y obligaciones de estudiantes y docente. Se fomentará un ambiente de respeto, diálogo abierto y responsabilidad compartida.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Talleres colaborativos

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de casos prácticos
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Organizadores gráficos
- Discusión guiada
- Juego de roles
- Dramatización
- Reflexión escrita
- Práctica de campo

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Portafolio de evidencias del taller	40%
- Reporte escrito de un caso de estudio	40%
- Reporte de práctica de campo	20%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Biggs,R., De Vos, A., Preiser, R., Clements, H., Maciejewski, K., & Schlüter, M. (2020). The Routledge handbook of research methods for social-ecological systems (p. 526). Taylor & Francis.

Burnside, W.R., Pulver, S., Fiorella, K. J., Avolio, M. L., & Alexander, S. M. (Eds.). (2022). Foundations of Socio-Environmental Research. Cambridge University Press.

Cartron,Jean-Luc E., G. Ceballos, R.S. Felger (editores). (2005). Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico. New York : Oxford University Press,496 p. ISBN:9780195156720. LC Class. No:QH107 / B56 2005

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Ávila Foucat V. S e I. Espejel (coordinadoras) (2020). Resiliencia de socioecosistemas costeros. (1.a ed., pp. 175). Coyoacán, México: UNAM.
https://www.redicomar.com/wpcontent/uploads/2020/05/2020_05_13_Re silCost_SAT_JAZD.pdf

Alcázar, P. , I. Espejel, M. Reyes-Orta y M. C. Arredondo-García. (2019). Retrospective assessment as a tool for the management of sustainability in diversified farms. Agroecology and Sustainable Food Systems. DOI:10.1080/21683565.2019.1578722

Calderón-Contreras, R. (2017). Los Sistemas Socioecológicos y su Resiliencia: Casos de Estudio. GEDISA–UAMCuajimalpa. Ciudad de México, México. ISBN: 978-607-28-1092-1. 261 pp.
http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67867/LosSSEysuResiliencia_Casos deEstudio

Caro-Caro, C., M.A. Torres-Mora. (2015). Servicios ecosistémicos como soporte para la gestión de sistemas socioecológicos: aplicación en agroecosistemas. Orinoquia, (19)2, p. 237-

252, ISSN electrónico 2011-2629. ISSN impreso 0121-3709.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v19n2/v19n2a11.pdf>

- De La Lanza-Espino, G., Ruiz, A., Fuentes, P., Camacho, V., Blanco, et.al. (2013). Economic valuation at Mexican coastal systems. Methodological Proposal-Propuesta-metodológica para la valoración económica en sistemas costeros de México. *Investigación Ambiental: Ciencia y Política Pública*, 5(1), 7-32.
- DeVos, A., R. Biggs, and R. Preiser. 2019. Methods for understanding social-ecological systems: a review of place-based studies. *Ecology and Society* 24(4):16. <https://doi.org/10.5751/ES-11236-240416>
- Holling, C.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Ann Rev Ecol and Syst.* 4:1-23. [clásico]
- Liu, F.; Dai, E.; Yin, J. A. (2023). Review of Social–Ecological System Research and Geographical Applications. *Sustainability* 2023, 15, 6930. <https://doi.org/10.3390/su15086930>
- García, M., Hileman, J., & Bodin, Ö. (2019). Collaboration and conflict in complex water governance systems across a development gradient: Addressing common challenges and solutions. *Ecology and Society*, 24(3). Recuperado de <https://doi.org/10.5751/ES-11133-240328>
- Espinoza-Tenorio, A., Wolff, M., Espejel, I., y Montaña-Moctezuma, G. (2013). Using traditional ecological knowledge to improve holistic fisheries management: Transdisciplinary modeling of a lagoon ecosystem of Southern Mexico. *Ecology and Society*, 18(2:6). Recuperado de: <https://doi.org/10.5751/ES-05369-180206>
- Perevochtchikova, M. y J. Oggioni (2014). Global and Mexican analytical review of the state of the art on ecosystem and environmental services: A geographical approach. *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 85, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 47-65, [dx.doi.org/10.14350/rig.41239](https://doi.org/10.14350/rig.41239). Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461114728195>
- Reyers, B., Folke, C., Moore, M. L., Biggs, R., & Galaz, V. (2018). Social-ecological systems insights for navigating the dynamics of the Anthropocene. *Annual Review of Environment and Resources*, 43, 267-289.
- Saxer, S. R., & Rosenbloom, J. (2018). *Social-Ecological Resilience and Sustainability*. Aspen Publishing.

XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, Ciencias Ambientales o área afín. Respaldo por una trayectoria profesional que incluye una experiencia mínima de dos años impartiendo docencia, en proyectos participativos y de investigación interdisciplinaria. Que demuestre pensamiento crítico, apertura al diálogo, sensibilidad, ética, la capacidad de motivar a estudiantes sin experiencia y el manejo de recursos didácticos innovador. Que sea una persona empática, paciente, entusiasta, tolerante, humilde, que valore y estimule la creatividad, la participación y el trabajo colaborativo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Herramientas para el Desarrollo Profesional
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 01 Horas Taller: 03 Horas Extra-clase: 01 Créditos:05
Eta de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguna
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas Julio Enrique Valencia Suarez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje constituye una intervención estratégica fundamental en la formación del estudiantado de Biología. Está diseñada para fortalecer competencias metacognitivas, afectivas y sociales que favorecen el éxito académico y el bienestar integral. Su relevancia radica en el abordaje explícito de los retos asociados con la transición a la vida universitaria, al ofrecer un andamiaje formativo que responde a las necesidades de una comunidad estudiantil diversa.

La utilidad se relaciona con la adquisición de un conjunto de habilidades prácticas, entre ellas la consolidación de hábitos, el aprendizaje efectivo, la gestión de información, la participación en redes sociales y académicas de la universidad, así como la construcción de una identidad profesional y ética. Se ubica en la etapa disciplinaria del plan de estudios, tiene carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Sistemas Socioecológicos.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Gestionar de manera autónoma y resiliente la propia trayectoria académica y profesional, mediante la aplicación de un sistema integrado de hábitos, estrategias metacognitivas, autorregulación y habilidades de interacción social, para optimizar el rendimiento y el bienestar, actuando con sentido de propósito, pertenencia y pensamiento científico en el campo de las ciencias biológicas.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Hoja de ruta profesional de carácter individual que incluya la reflexión de valores, el plan de hábitos y la muestra de estudio activo, así como una ruta de acción estratégica para la trayectoria académica y futura carrera profesional en las ciencias biológicas.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Identidad y propósito en la ciencia

Competencia

Construir una base de bienestar y propósito, mediante la aplicación de estrategias de autoafirmación y la ciencia de la formación de hábitos, para afrontar los desafíos universitarios con resiliencia y asertividad.

Contenido

- 1.1. Mi lugar en la ciencia, autoafirmación de valores y deconstrucción de estereotipos
- 1.2. Conociendo mis Funciones Ejecutivas
- 1.3. Mentalidad de Crecimiento y estrategias para el Síndrome del Impostor
- 1.4. La Intervención de Valor de Utilidad como herramienta para conectar el contenido académico con metas personales
- 1.5. Taller de Arquitectura de Hábitos aplicando las 4 leyes del cambio de conducta

Duración

0 2 horas

Unidad II La ciencia del aprendizaje efectivo

Competencia

Optimizar su proceso de estudio, aplicando estrategias de aprendizaje activo y metacognitivo, para mejorar la comprensión y retención del conocimiento en cursos de alta demanda, con organización y gestión académica.

Contenido

- 2.1. Desmitificando el aprendizaje. Análisis de neuromitos
- 2.2. Metacognición para el monitoreo y regulación de la propia comprensión
- 2.3. Estrategias de Aprendizaje de Alto Rendimiento
- 2.4. Taller de Técnicas para el monitoreo y análisis de datos de tu propio rendimiento
- 2.5. Taller "Gimnasio de Enfoque" trabajo enfocado con la técnica de pomodoro

Duración

03 horas

Unidad III. Gestión de información y conocimiento

Competencia

Gestionar información académica de manera eficiente y crítica, mediante el uso ético de bases de datos, gestores de referencias y herramientas de inteligencia artificial, para construir una base de conocimiento confiable, íntegra y socialmente responsable.

Contenido

- 3.1. Búsqueda estratégica de información en bases de datos científicas
- 3.2. Taller práctico para la organización del conocimiento con el gestor de referencias Zotero
- 3.3. Uso de la IA Generativa en la Academia. Potencialidades y riesgos
- 3.4. Integridad académica, plagio y el uso responsable de la información y la tecnología

Duración

03 horas

Unidad IV. Relaciones y capital académico

Competencia

Construir una red de apoyo académico y social mediante la aplicación de estrategias de comunicación efectiva y el aprovechamiento proactivo de los recursos universitarios, para fortalecer el capital social, la colaboración entre pares y la vinculación con la comunidad académica, actuando con empatía, respeto y sentido de pertenencia.

Contenido

- 4.1. El Capital Social y el "Currículo Oculto" de la universidad
- 4.2. La Red de Pares y la colaboración efectiva
- 4.3. Comunicación Profesional, tutorías y la construcción de relaciones con docentes
- 4.4. Taller Práctico "Búsqueda del Tesoro de Capital Académico"

Duración

02 horas

Unidad V. Pensamiento científico

Competencia

Deconstruir la estructura de un artículo científico, mediante la identificación de sus secciones clave (IMRAD) y la aplicación de estrategias de lectura focalizada, para comprender cómo se

construye y comunica un argumento en la ciencia, actuando con curiosidad intelectual y un enfoque metódico.

Contenido

- 5.1. Anatomía de un artículo científico: ¿Qué buscar y dónde? ¿Cómo se de su calidad?
- 5.2. Estrategias de lectura activa para artículos de investigación
- 5.3. Identificando sesgos y falacias lógicas en la comunicación de la ciencia
- 5.4. Taller: Deconstrucción guiada de un “artículo” de biología

Duración

03 horas

Unidad VI. Bienestar y Proyecto Profesional

Competencia

Desarrollar una hoja de ruta profesional, mediante la exploración de trayectorias profesionales, para iniciar la construcción de su carrera de manera intencionada y alineada a sus valores, actuando con proactividad y visión de futuro.

Contenido

- 6.1. Taller "Kit de Herramientas Pre-Examen": Manejo de la ansiedad y el estrés académico
- 6.2. Exploración de Trayectorias Profesionales para Biólogos: Más allá del laboratorio
- 6.3. Taller Final: Construcción y presentación del "Plan de Desarrollo Profesional"

Duración

03 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Identidad y Propósito en la Ciencia

Práctica 1: Manifiesto de Identidad y Arquitectura de Hábitos

Duración:

06 horas

Procedimiento.

Sesión 1: Exploración del Yo

1. Participa en una dinámica de reflexión guiada para identificar y jerarquizar sus tres valores personales más importantes, utilizando como apoyo un listado curado de valores universales.
2. Redacta un "Párrafo de Propósito", un texto breve donde conecta directamente sus valores fundamentales con su motivación para estudiar una carrera científica.
3. En equipos pequeños, analiza escenarios comunes que detonan el "síndrome del impostor" en estudiantes de nuevo ingreso y comparte estrategias para contrarrestarlos basadas en la mentalidad de crecimiento.
4. Recibe el formato digital de la **"Bitácora de Reflexión Semanal"** e inicia la primera entrada, respondiendo a una pregunta guiada por el docente. Se establece esta bitácora como una actividad continua durante el semestre.

Sesión 2: Diseño de la Acción

1. Aplica el marco teórico de las "4 Leyes del Cambio de Conducta" para diseñar un plan de acción concreto.
2. Elabora un "Plan de Arquitectura de Hábito" detallado para dos hábitos: uno académico (ej. "repasar mis apuntes de Biología Celular por 15 minutos diarios") y uno de bienestar (ej. "dejar el celular fuera de la habitación 30 minutos antes de dormir"). El plan debe especificar cómo se aplicará cada una de las 4 leyes para asegurar el éxito del hábito.
3. En parejas, presenta su plan de hábitos a un compañero para recibir retroalimentación crítica y constructiva, enfocándose en la viabilidad y claridad del plan.
4. Integra la retroalimentación recibida y entrega la versión final de su "Manifiesto y Plan de Hábitos" como producto final de la práctica.

Recursos de apoyo

- Documento digital: "Inventario de Valores Personales".
- Formato digital: "Bitácora de Reflexión Semanal".
- Plantilla digital: "Plan de Arquitectura de Hábito".
- Proyector, computadora, conexión a internet.

Unidad II. La Ciencia del Aprendizaje Efectivo

Práctica 2: Laboratorio de Aprendizaje Activo

Duración:

08 horas

Procedimiento

Sesión 1: Construcción de Herramientas

1. En sus "Equipos de Estudio", seleccionan un concepto clave de otra de sus materias.
2. Actividad Principal: Crean dos sets de tarjetas de estudio (flashcards) para ese concepto. Un set de "baja calidad" (copiando definiciones del libro) y un set de "alta calidad" (formulando preguntas que fueren el recuerdo activo).
3. Retroalimentación en Vivo: Los equipos intercambian sus sets de "alta calidad" con otro equipo. Usando una rúbrica simple proyectada en pantalla, evalúan las tarjetas del otro equipo. El objetivo es refinar las preguntas para que sean más efectivas. El docente circula, observa y ofrece retroalimentación puntual a los equipos.

Sesión 2: Simulación de Evaluación

1. Actividad Principal: Cada equipo diseña una "mini-prueba" de 5 preguntas sobre el mismo concepto, enfocada en la aplicación y no en la memorización simple.
2. Prueba Cruzada: Los equipos "aplican" su mini-prueba al equipo con el que colaboraron en la sesión anterior.
3. Discusión Guiada: La segunda mitad del taller se dedica a discutir en plenaria: ¿Qué preguntas fueron más difíciles de contestar y por qué? ¿Qué tipo de pregunta revela mejor la comprensión del tema? Se concluye sobre la importancia de la autoevaluación.

Sesión 3: Gimnasio de Enfoque

1. El docente introduce brevemente la Técnica Pomodoro como un sistema para gestionar la energía y la atención.
2. Actividad Principal: El taller se convierte en un "Gimnasio de Enfoque". El docente guía a toda la clase a través de dos ciclos Pomodoro (25 min de trabajo + 5 de descanso). La tarea durante los bloques de trabajo es estudiar el concepto usando las herramientas de alta calidad que ellos mismos crearon (flashcards y mini-pruebas).
3. La práctica finaliza con una reflexión grupal sobre la experiencia: ¿Cómo se sintió trabajar con enfoque total? ¿Fueron útiles las herramientas creadas?

Actividad Alternativa con apoyo de la aplicación Anki

Después de que los equipos diseñan su "mini-prueba", el docente los guía paso a paso:

1. En equipo, estudia un set de 6 conceptos biológicos durante 15 minutos, utilizando métodos de estudio tradicionales (releer, subrayar).
2. Realiza una prueba individual para medir el nivel de recuerdo y autoevalúa el resultado.
3. Recibe instrucción guiada para la creación de tarjetas de estudio (*flashcards*) en Anki.
4. En equipo, crea un mazo de tarjetas en Anki para un segundo set de 6 conceptos, aplicando los principios de Recuerdo Activo en la formulación de las preguntas.
5. Estudia el nuevo mazo de Anki durante 10 minutos, utilizando el ciclo de autoevaluación de la herramienta.
6. Realiza una segunda prueba para medir el recuerdo de los conceptos estudiados con Anki.
7. Compara los resultados de ambas pruebas y participa en una discusión grupal para analizar la efectividad de cada método de estudio.
8. Concluye con una reflexión sobre la aplicación de estas herramientas de aprendizaje activo en tus otras materias.

Recursos de apoyo

- Plataforma Blackboard para alojar:
 - La rúbrica para evaluar flashcards.
 - Enlaces a herramientas digitales opcionales (Anki, Quizlet)
 - Cronómetro para la sesión Pomodoro.
- Software Anki

Unidad II. Gestión de Información y Conocimiento

Práctica 3: Kit de Supervivencia Académica Digital

Duración:

08 horas

Procedimiento

Sesión 1: Misión "La Cacería de Fuentes"

1. El docente realiza una demostración en vivo (15 min) de cómo acceder y realizar una búsqueda básica en las bases de datos científicas de la UABC (ej. Scopus, Web of Science).
2. A cada equipo se le asigna una pregunta de investigación simple (ej. "*¿Cuál es el impacto del cambio climático en los viñedos de Baja California?*"). Su misión es encontrar y descargar tres fuentes académicas de alta calidad sobre el tema: un artículo de investigación primario, un artículo de revisión (*review*) y un capítulo de libro.

3. En los últimos 30 minutos, cada equipo presenta en 90 segundos el artículo que consideraron más interesante, justificando su elección. Esto permite al docente corregir en vivo y modelar el pensamiento crítico para evaluar la relevancia de las fuentes. La "calificación" es haber completado la cacería con éxito.

Sesión 2: Misión "Domando la Bestia Bibliográfica"

1. El docente realiza una demostración en vivo (20 min) del flujo de trabajo esencial en el gestor de referencias Zotero: instalar, capturar las fuentes encontradas en la sesión anterior y generar una bibliografía en un documento de Word.
2. Actividad Principal: La misión de los equipos es construir una biblioteca compartida en Zotero con las tres fuentes que encontraron, asegurarse de que los metadatos estén correctos y generar una mini-bibliografía en formato APA.
3. Clínica de Zotero: La segunda mitad del taller funciona como una "clínica" de resolución de problemas. El docente circula para ayudar con dudas técnicas. Los equipos que terminan primero reciben el rol de "consultores expertos" y apoyan a otros equipos. La evaluación es una revisión visual por parte del docente del Zotero y la bibliografía de cada equipo.

Sesión 3: Misión "El Dilema del Oráculo Digital"

1. El docente presenta dos respuestas a una pregunta compleja generadas por una IA: una de alta calidad y otra con errores sutiles o "alucinaciones".
2. Actividad Principal: A los equipos se les presenta un escenario de dilema ético (ej. *"Un compañero usó IA para parafrasear párrafos de un artículo sin citarlo, argumentando que 'el texto es nuevo'. ¿Es plagio? ¿Por qué?"*). Deben preparar un argumento de 3 puntos, basándose en el reglamento de integridad académica de la universidad (alojado en Blackboard).
3. Mini-Debate y Cierre: El docente modera un debate, pidiendo a varios equipos que presenten sus argumentos. El objetivo no es encontrar una única respuesta correcta, sino practicar el razonamiento ético. La práctica cierra con un resumen del docente sobre el uso responsable de la tecnología.

Recursos de apoyo

- Artículo científico en formato digital.
- Computadoras con conexión a internet y software JASP instalado.
- Acceso a la herramienta de análisis de documentos (NotebookLM).

Unidad IV: Relaciones y Capital Académico

Práctica 4: Mapeando el Ecosistema Científico

Duración:

06 horas

Procedimiento

Sesión 1: La Expedición

1. Briefing de Misión: El docente presenta el concepto de Ensenada como "Hub Científico" y asigna a cada "Equipo de Estudio" un sector del mapa (ej. CICESE + un laboratorio de la UABC).
2. Lanzamiento de la Expedición: La misión de los equipos es salir del aula y visitar los lugares asignados para recolectar "inteligencia científica" (evidencia fotográfica, línea de investigación, próximo evento público y el nombre de un investigador), sin realizar ningún contacto directo todavía.

Sesión 2: Simposio de Descubrimiento y Creación del Mapa Digital

1. Actividad Principal - Micro-Ponencias: Cada equipo presenta su diapositiva sobre la institución que exploró y el resultado de su "primer contacto".
2. Construcción del Mapa Interactivo (Google My Maps): Mientras cada equipo presenta, el docente (actuando como editor en jefe del mapa) realiza las siguientes acciones en un mapa de Google My Maps previamente preparado y proyectado en pantalla:
 - Añade un pin en la ubicación geográfica de la institución presentada (ej. CICESE).
 - Nombra el pin con el nombre de la institución.
 - En la descripción del pin, añade la información clave recopilada por el equipo:
 - Línea de investigación que encontraron.
 - Nombre del investigador que identificaron.
 - Información sobre el próximo evento público.
 - Un enlace a la foto del equipo en la ubicación.
7. Cierre y Distribución del Recurso: Al final de las presentaciones, la clase habrá co-creado un mapa digital e interactivo del ecosistema científico de Ensenada. El docente comparte el enlace del mapa final a través de Blackboard, convirtiéndolo en un recurso consultable para los estudiantes durante toda su carrera.

Recursos de apoyo:

- Plataforma Blackboard para alojar la "Hoja de Ruta" y el enlace al mapa final.
- Dispositivos móviles con cámara.
- Proyector y computadora para el docente.

- Cuenta de Google para el docente y un mapa base pre-configurado en Google My Maps.

Unidad VI. Pensamiento Científico

Práctica 5: Autopsia de un Artículo Científico

Duración:

10 horas

Procedimiento

Sesión 1: Descifrando el Blueprint (Sin IA)

1. El docente distribuye un artículo de investigación de biología (seleccionado por ser relativamente accesible) a los "Equipos de Estudio".
2. Actividad Principal - "Cacería Anatómica": Usando una guía en Blackboard, la misión de los equipos es "diseccionar" el artículo, no para entender su contenido profundo, sino su estructura y función. Deben encontrar y citar las respuestas a preguntas como:
 - Introducción: ¿Cuál es la pregunta de investigación o la hipótesis principal?
 - Metodología: Nombra dos técnicas o procedimientos clave que utilizaron.
 - Resultados: Describe en una frase lo que muestra la Figura 1.
 - Discusión: Encuentra una oración donde los autores mencionen una limitación de su estudio.
3. Puesta en Común: Cada equipo comparte uno de sus hallazgos. El docente utiliza estas respuestas para solidificar en toda la clase el propósito de cada sección del formato IMRAD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión).

Sesión 2: El Interrogatorio Crítico (Sin IA)

1. Actividad Principal - "Panel de Revisores Pares": Manteniendo el mismo artículo, los equipos ahora asumen el rol de revisores críticos. La guía de esta sesión les plantea preguntas de análisis, tales como:
 - a. ¿Los métodos utilizados son adecuados para responder a la pregunta de investigación?
 - b. ¿Los datos presentados en los resultados realmente sustentan las conclusiones de los autores en la discusión? Identifiquen el argumento más fuerte y el más débil.
 - c. ¿Qué nueva pregunta de investigación surge después de leer este trabajo?
2. Mini-Simposio de Debate: El docente plantea una de las preguntas de la guía (ej. "¿Qué tan convincente es la conclusión principal?") y modera un debate estructurado donde los equipos exponen sus argumentos a favor y en contra, utilizando evidencia directa del texto.

Sesión 3: Aceleración Cognitiva (Con IA como Asistente)

1. Introducción a la Herramienta: El docente presenta NotebookLM y lo enmarca como un "asistente de investigación personal" para un experto que ya sabe lo que busca.
2. Actividad Principal - "Contra Reloj": Los equipos suben el mismo artículo a NotebookLM. Su misión es usar la herramienta para responder a las mismas preguntas de la "Cacería Anatómica" de la Sesión 1. El objetivo es experimentar la velocidad de la herramienta.
3. Reflexión Final y Discusión Crítica: La discusión final, guiada por el docente, es la parte más importante:
 - a. ¿En qué tareas la IA fue espectacularmente rápida?
 - b. ¿Pudo la IA realizar el análisis crítico de la Sesión 2? ¿Pudo identificar el argumento más débil o proponer una nueva pregunta de investigación con la misma profundidad que ustedes?
 - c. Concluyendo: ¿Para qué usarían esta IA en el futuro? ¿Y para qué tareas seguirían dependiendo de su propio análisis crítico?

Recursos de apoyo

- Plataforma Blackboard para alojar el artículo científico y las guías de cada sesión.
- NotebookLM para la sesión 3.
- Proyector, computadoras con acceso a internet.

Unidad VIII. Bienestar y Proyecto Profesional

Práctica 6: Trazando mi Hoja de Ruta Profesional:

Duración:

10 horas

Procedimiento

Sesión 1: El Punto de Partida (Autoevaluación y Bienestar)

1. Encuadre: El docente enmarca la "Hoja de Ruta" como un mapa vivo y flexible para los próximos dos años de su carrera universitaria, una herramienta para tomar decisiones intencionadas.
2. Actividad 1 - Taller "Kit de Herramientas Pre-Examen": Se inicia con una necesidad sentida. El docente guía al grupo a través de 1 o 2 técnicas prácticas y basadas en evidencia para el manejo de la ansiedad ante los exámenes (ej. escritura expresiva, técnica de reinterpretación del estrés). El objetivo es darles una herramienta útil para la inminente temporada de exámenes y modelar la importancia del bienestar.

3. Actividad 2 - "Inventario de Viaje": Usando una plantilla visual en Blackboard (un "lienzo" o *canvas*), los estudiantes realizan una autoevaluación guiada para llenar su "mochila de viaje". Deben conectar explícitamente:
 - Sus Valores y Propósito (de la Unidad I).
 - Sus Habilidades de Aprendizaje (de la Unidad II).
 - Sus Herramientas Digitales (de la Unidad III y V).
 - Su Red de Apoyo Inicial (de la Unidad IV).

Sesión 2: Explorando el Horizonte (Opciones y Rutas)

4. Actividad 1 - "Panel de Trayectorias": En sus "Equipos de Estudio", los estudiantes exploran un "mosaico de carreras" curado por el docente en Blackboard. Este mosaico contiene enlaces a breves entrevistas en video, perfiles de LinkedIn y artículos sobre biólogos en roles diversos (investigación, bioinformática, comunicación científica, gestión ambiental, sector privado). Cada equipo analiza 2 o 3 perfiles y extrae las competencias clave y las trayectorias no lineales.
5. Actividad 2 - "Bocetando la Hoja de Ruta": Con la inspiración del panel y la información de su "Inventario de Viaje", los estudiantes comienzan a trabajar individualmente en el borrador de su Hoja de Ruta visual. Deben trazar metas a corto y mediano plazo (próximos 4 semestres) en áreas como:
 - Académica: Cursos optativos de interés, posibles temas de tesis.
 - Experiencial: voluntariado, participación en grupos estudiantiles, asistencia a congresos.
 - Habilidades: ¿Qué nueva habilidad técnica o interpersonal quiero desarrollar?

Sesión 3: La Galería de Futuros (Puesta en Común y Compromiso)

6. Actividad 1 - Taller de Refinamiento: Los estudiantes utilizan la primera parte de la sesión para dar los toques finales al diseño de su Hoja de Ruta visual de una página.
7. Actividad 2 - "Galería de Futuros": Para socializar el trabajo en un grupo grande, se realiza una caminata de galería. Los estudiantes colocan sus Hojas de Ruta en las mesas (o las proyectan en sus laptops). Durante 30 minutos, todos circulan por el aula, observando los planes de sus compañeros y pueden dejar comentarios positivos o preguntas en notas adhesivas (físicas o digitales).
8. Cierre - Mi Próximo Paso: La práctica y el curso culminan con un acto de compromiso. El docente pide a cada estudiante que, observando su mapa, elija la acción más pequeña y concreta que pueda realizar en las próximas dos semanas para poner su plan en

movimiento. Comparten este "próximo paso" en voz alta con su equipo de estudio, creando un círculo de responsabilidad y apoyo.

Recursos de apoyo

- Plataforma Blackboard para alojar:
 - La plantilla visual del "Inventario de Viaje" y de la "Hoja de Ruta".
 - El "Mosaico de Carreras" con los enlaces a videos y perfiles.
- Notas adhesivas para la "Galería de Futuros".
- Proyector y computadoras.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Estudio de caso y aprendizaje basado en casos
- Discusión guiada y debates
- Taller reflexivo y aprendizaje experiencial
- Modelado de habilidades (ej. uso de software, comunicación profesional)
- Gamificación (mediante misiones, retos y expediciones)
- Instrucción guiada para herramientas tecnológicas
- Técnica expositiva para la introducción concisa de conceptos clave

Estrategia de aprendizaje

- Trabajo colaborativo en "Equipos de Estudio"
- Retroalimentación entre pares (Peer Feedback)
- Autoevaluación y reflexión (mediante la bitácora y lienzos)
- Investigación documental y visitas de campo (La Expedición)
- Uso estratégico de herramientas TIC (Blackboard, Zotero, NotebookLM, Google My Maps)
- Elaboración de proyectos (La Hoja de Ruta Profesional)
- Exposición de hallazgos y argumentos (Micro-ponencias y debates)
- Creación de organizadores gráficos (Mapas mentales, infografías)

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	10%
– Prácticas de taller	70%
– Hoja de ruta profesional	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Brown, P. C., Roediger, H. L., & McDaniel, M. A. (2015). *Apréndetelo: La ciencia del aprendizaje exitoso*. RBA Libros. [clásica]
- Clear, J. (2019). *Hábitos atómicos: Cambios pequeños, resultados extraordinarios*. Editorial Diana. [clásica]
- Duckworth, A. (2016). *Grit: El poder de la pasión y la perseverancia*. Ediciones Urano. [clásica]
- Dunlosky, J., & Rawson, K. A. (2022). The cognitive and metacognitive science of self-regulated learning. *Psychological Science in the Public Interest*, 23(1), 4–59.
- Dweck, C. S. (2016). *Mindset: La actitud del éxito*. Editorial Sirio. [clásica]
- Newport, C. (2017). *Céntrate (Deep Work): Las cuatro reglas para el éxito en la era de la distracción*. Península Ediciones. [clásica]
- Yeager, D. S., & Dweck, C. S. (2020). What can be learned from growth mindset controversies?. *American Psychologist*, 75(9), 1269–1284.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Asistente de Investigación IA (NotebookLM). Herramienta de IA de Google que permite "dialogar" con las fuentes de investigación (artículos, notas), generando resúmenes, guías de estudio y respuestas basadas exclusivamente en los documentos

proporcionados. Herramienta clave de la Unidad V. Disponible en: <https://notebooklm.google.com/>

Curso en línea "Aprendiendo a Aprender". Un MOOC impartido por Barbara Oakley que profundiza en las bases neurocientíficas del aprendizaje efectivo. Es un excelente complemento a la Unidad II. Disponible en plataformas como Coursera.

Guías de Escritura Académica (Purdue OWL). El Laboratorio de Escritura en Línea de la Universidad de Purdue es el recurso de referencia mundial para guías de citación, gramática y escritura científica. Disponible en: <https://owl.purdue.edu/>

Gestor de Referencias (Zotero). Software libre para recopilar, organizar, citar y compartir fuentes de investigación. Herramienta central de la Unidad III. Disponible en: <https://www.zotero.org/>

Software de Repetición Espaciada (Anki). Herramienta digital de tarjetas de memoria (flashcards) que automatiza la práctica de recuperación espaciada para una memorización y retención a largo plazo. Indispensable para la Unidad II. Disponible en: <https://apps.ankiweb.net/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología o Psicología, preferentemente con posgrado (Maestría o Doctorado) en un área de las ciencias biológicas o en Psicología Educativa / Desarrollo Estudiantil. Se requiere experiencia demostrable en la docencia a nivel de licenciatura y, fundamentalmente, en la mentoría y tutoría de estudiantes. Se valora la experiencia en programas de apoyo a estudiantes de primer ingreso y en el diseño de experiencias de aprendizaje activo. Es deseable empatía y excelentes habilidades para la facilitación de grupos y la capacidad de crear un ambiente de confianza y seguridad psicológica en el aula.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2026-2
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Regulación y Señalización Celular
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Taller: 01 Horas Extra-clase: 03 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño¹:	Julio Enrique Valencia Suárez Manuel Alejandro Carballo Amador Carlos Alberto Flores López Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito profundizar en los mecanismos moleculares que regulan la expresión génica y la respuesta celular, constituyéndose como un puente entre la biología molecular fundamental y la biología de sistemas. Su utilidad consiste en que cada estudiante analice la lógica de los circuitos biológicos incluyendo epigenética, señalización y ARN no codificantes para interpretar cómo las células toman decisiones complejas.

Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento Biología Molecular. Esta unidad es esencial para comprender la base conceptual y metodológica de la biotecnología, la bioinformática y el modelado de sistemas biológicos.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explicar los mecanismos complejos de regulación génica y señalización, mediante el análisis de datos moleculares, bioinformáticos y la revisión crítica de literatura, para interpretar la lógica de los circuitos biológicos, la toma de decisiones celulares, diferenciación, apoptosis y respuesta al estrés, con rigor científico, pensamiento crítico y ética profesional.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Reporte de Análisis de Vía Regulatoria que incluya un análisis bioinformático que integre los conocimientos teóricos y prácticos, donde cada estudiante:

1. Selecciona una vía de señalización o un conjunto de genes co-regulados (ej. respuesta a hipoxia, vía Wnt, etc.).
2. Realiza una investigación bibliográfica sobre la vía seleccionada.
3. Construye un mapa de la vía usando literatura y bases de datos.
4. Analiza bio informáticamente la regulación de 2 o 3 genes clave en esa vía (análisis de promotores, enhancers, sitios de unión a miRNAs).
5. Propone una hipótesis sobre su desregulación en un contexto biológico (ej. enfermedad) y el tipo de datos (ej. transcriptómicos, proteómicos) necesarios para validarla.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos,

para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia; Vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Regulación epigenética y estructura de la cromatina

Competencia

Distinguir los mecanismos epigenéticos que controlan la accesibilidad al ADN, mediante el análisis crítico y sistemático de literatura científica y modelaje de la estructura de la cromatina y sus modificaciones, para comprender cómo se establece el ambiente transcripcional de la célula, con perseverancia, entusiasmo y rigurosidad científica.

Contenido

- 1.1. Estructura de la cromatina: Eucromatina y Heterocromatina.
- 1.2. El código de las histonas: modificaciones (acetilación, metilación) y sus complejos "escritores", "lectores" y "borradores".
- 1.3. Remodelación de la cromatina (complejos SWI/SNF).
- 1.4. Metilación del ADN e impronta genómica.
- 1.5. Epigenética y memoria celular en el desarrollo.

Duración

12 horas

Unidad II. Control transcripcional y post-transcripcional

Competencia

Analizar los niveles de regulación que afinan la expresión génica, mediante el análisis crítico y sistemático de literatura científica y modelos transcripcionales desde la iniciación de la transcripción hasta la maduración y traducción del ARNm, para explicar la complejidad de la producción de proteínas, con rigor científico, sentido de actualización permanente, así como una actitud analítica, crítica y propositiva.

Contenido

- 2.1. Regulación transcripcional avanzada: Enhancers, silenciadores y factores de transcripción combinatorios.
- 2.2. Splicing alternativo: cómo un gen produce múltiples proteínas.
- 2.3. ARNs no codificantes como reguladores: microARNs (miRNAs) y ARNs largos no codificantes (lncRNAs).
- 2.4. Regulación traduccional y degradación del ARNm (cuerpos P, gránulos de estrés).
- 2.5. Edición del ARN y transporte del núcleo al citoplasma.

Duración

12 horas

Unidad III. Vías de señalización celular

Competencia

Examinar la arquitectura y lógica de las principales vías de señalización intracelular, mediante análisis crítico y sistemático de literatura científica y bases de datos de señalización celular, para interpretar cómo la célula percibe y responde a su entorno a través de sus receptores, cinasas y segundos mensajeros, con iniciativa, disciplina y rigor científico.

Contenido

- 3.1. Lógica de la señalización: receptores, ligandos y cascadas.
- 3.2. Segundos mensajeros (cAMP, Calcio, IP3, DAG).
- 3.3. Vías clave I: Receptores acoplados a Proteína G (GPCR).
- 3.4. Vías clave II: Receptores Tirosina Quinasa (RTK) y la vía MAPK/ERK.
- 3.5. Vías clave III: Wnt, Notch, y TGF- β y su rol en el desarrollo.
- 3.6. Integración de señales y "crosstalk" entre vías.

Duración

14 horas

Unidad IV. Circuitos de decisión celular: homeostasis y cáncer

Competencia

Integrar los conceptos de regulación y señalización en el contexto de la toma de decisiones celulares, mediante el análisis sistemático de la literatura científica y modelando los circuitos del ciclo celular y la apoptosis, para comprender los mecanismos fundamentales de la homeostasis tisular y el cáncer, con actitud proactiva, trabajo autónomo, rigurosidad científica y una perspectiva sistémica.

Contenido

- 4.1. El motor del ciclo celular: Ciclinas y Quinasas Dependientes de Ciclinas (CDKs).
- 4.2. Puntos de control (Checkpoints): cómo la célula "revisa" su estado.
- 4.3. La decisión de morir: Apoptosis (vías intrínseca y extrínseca).
- 4.4. Actores de la apoptosis: Caspasas y la familia Bcl-2.
- 4.5. Cáncer como una enfermedad de la regulación: oncogenes (ej. Ras) y supresores de tumores (ej. p53, Rb).
- 4.6. Introducción a la farmacología de vías (terapias dirigidas).

Duración

10 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Regulación epigenética y estructura de la cromatina; II: Control transcripcional y post-transcripcional

Práctica 1: Análisis bioinformático de regulación génica

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción proporcionada por la persona docente sobre el uso de bases de datos genómicos, incluyendo UCSC Genome Browser y ENCODE.
2. Selecciona un gen de interés (relacionado con una vía de señalización).
3. Utiliza bases de datos como JASPAR y ENCODE para identificar promotores, posibles enhancers y sitios de unión de factores de transcripción (TFBS) en la región regulatoria del gen.
4. Emplea herramientas como TargetScan y miRDB para predecir los miRNAs que regulan dicho gen.
5. Elabora un reporte con el mapa regulatorio *in silico* del gen.
6. Entrega reporte al docente.
7. Recibe retroalimentación de parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet
- Bases de datos genómicas y de regulación

Unidad II. Modelado e interpretación de vías

Práctica 2: Construcción y análisis de vías de señalización

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción proporcionada por la persona docente sobre herramientas de visualización de redes (ej. Cytoscape) y bases de datos de vías (KEGG, Reactome).
2. Construye un mapa de una vía de señalización (ej. MAPK) utilizando literatura y bases de datos.
3. Analiza la topología de la red (nodos, conexiones, bucles de retroalimentación).
4. Discute en grupo cómo una perturbación (Ejemplo mutación en Ras) se propaga a través de la red de regulación celular.
5. Elabora un reporte con el mapa regulatorio *in silico* del gen.
6. Entrega reporte al docente.
7. Recibe retroalimentación de parte del docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet
- Software Cytoscape (opcional)
- Acceso a bases de datos KEGG y Reactome

Unidad II: Control Transcripcional y Post-Transcripcional; Unidad IV: Circuitos de decisión celular: homeostasis y cáncer

Práctica 3: Interpretación de Datos de Expresión y Proteómica

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende la explicación proporcionada por la persona docente sobre los fundamentos de RT-qPCR, Western Blot y RNA-seq.
2. Analiza conjuntos de datos de ejemplo como gráficas de Cq, imágenes de Western Blot y mapas de calor de RNA-seq obtenidos de artículos científicos.
3. Interpreta los resultados e identifica qué genes o proteínas se encuentran sobre expresados, sobre expresados o fosforilados.
4. Calcula la expresión relativa ($\delta\delta Ct$) a partir de datos de Cq proporcionados.
5. Discute las conclusiones y limitaciones de cada técnica.
6. Elabora un reporte con el mapa regulatorio *in silico* del gen.
7. Entrega reporte al docente.
8. Recibe retroalimentación de parte del docente.

Recursos de apoyo

- Artículos científicos selectos.
- Computadora.
- Software de hojas de cálculo.

Práctica 4: Análisis de caso (oncogenes y supresores)

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Recibe un caso de estudio (ej. un tipo de cáncer específico).
2. Utiliza bases de datos (ej. cBioPortal, TCGA) para explorar las mutaciones y alteraciones de expresión en genes clave (ej. p53, EGFR) para ese cáncer.
3. Relaciona las alteraciones genómicas con la desregulación de las vías de señalización y ciclo celular vistas en clase.
4. Presenta una breve conclusión sobre cómo las alteraciones identificadas contribuyen al desarrollo o progresión de la enfermedad.
5. Elabora un reporte con el mapa regulatorio *in silico* del gen.
6. Entrega reporte a su docente.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet.
- Acceso a cBioPortal for Cancer Genomics.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategias de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados. Estas estrategias deben seleccionarse en función del tipo de competencia, el nivel cognitivo y la naturaleza del contenido.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios

Estrategias de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para organizar, adquirir, comprender y aplicar el conocimiento. Estas estrategias deben promover el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	30%
– Prácticas de taller	20%
– Reporte de análisis de vía regulatoria	50%
<i>Total</i>	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Alberts, B., Heald, R., Johnson, A., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2022). *Molecular Biology of the Cell* (7ª ed.). W. W. Norton & Company.
- Carlberg, C. (2024). *Gene regulation and epigenetics* (2024th edn). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Clark, D. P., Pazdernik, N. J., & McGehee, M. R. (2018). *Molecular Biology* (3a ed.). Academic Cell.
- Lodish, H., Kaiser, C. A., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., Amon, A., & Scott, M. P. (2021). *Molecular Cell Biology* (9ª ed.). W. H. Freeman.
- Weinberg, R. A. (2018). *The Biology of Cancer* (3ª ed.). Garland Science. [Clásico]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Abbas, A. K., Lichtman, A. H., Pillai, S., & Henrickson, S. (2025). *Cellular and molecular immunology* (11a ed.). London, England: Churchill Livingstone.

Reiter, J. F., & Lefkowitz, R. J. (2023). *Seven Transmembrane Receptors*. *Cell*, 186(8), 1560-1583. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.03.020>

Sever, R., & Tjian, R. (2023). *Transcriptional regulation: from housekeeping to liquid-liquid phase separation*. *Cell*, 186(8), 1584-1600. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.03.018>

The ENCODE Project Consortium. (2024). *Encyclopedia of DNA Elements*. <https://www.encodeproject.org/>

UCSC Genome Browser. (2024). *UCSC Genome Browser Home*. <https://genome.ucsc.edu/>

Zhang, Y., & Liu, Z. (2024). *New insights into the mechanisms of histone modifications*. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 25, 341–359. <https://doi.org/10.1038/s41580-023-00687-x>

XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente deberá contar con un posgrado de nivel Doctorado en Biología Molecular, Biología Celular, Genética, Bioquímica, Bioinformática o áreas afines. Se requiere experiencia comprobable en investigación, particularmente en el análisis de datos moleculares y bioinformáticos. Se valorará la participación previa en docencia dentro de áreas relacionadas, así como la capacidad para facilitar procesos de aprendizaje que integren métodos y herramientas contemporáneas de la biología molecular y la bioinformática. Deberá ser capaz de vincular los mecanismos moleculares con el pensamiento sistémico, promoviendo la comprensión integral de los procesos biológicos. Asimismo, se apreciará el compromiso con la formación inclusiva, el uso de lenguaje accesible y científicamente riguroso, y la creación de ambientes de aprendizaje respetuosos y colaborativos.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Botánica Económica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Disciplinaria
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	José Delgadillo Rodríguez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Botánica Económica es de tipo integradora, por lo que se requieren conocimientos previos a través de biología vegetal, flora y aspectos básicos de química y bioquímica, con el propósito de que el estudiantado tenga la iniciativa de valorar la importancia de las plantas y su uso por la sociedad.

Se imparte en la etapa disciplinaria con carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la relación hombre-plantas a través del estudio de los procesos históricos de domesticación, usos y evidencias etnobotánicas para un uso sostenible de las plantas cultivadas y silvestres, con una actitud de colaboración y respeto hacia la conservación de la diversidad biológica, y la participación justa y equitativa en los beneficios sociales que se deriven de la utilización de los recursos genéticos vegetales.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Entrega de un proyecto de investigación acerca de los conocimientos sobre el uso de plantas por las comunidades humanas, tanto indígenas como urbanas.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Inclusión, Pensamiento Crítico, Interculturalidad Crítica, Igualdad de Género.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Origen y domesticación de las plantas cultivadas

Competencia

Analizar el origen y domesticación de las plantas cultivadas, a partir del estudio de su uso en las diferentes culturas y el contraste con las diferentes teorías para reconocer la importancia de los recursos genéticos y comprender su conservación *in situ* y *ex situ*, con actitud crítica.

Contenido

- 1.1. Introducción y definición de Botánica Económica
- 1.2. Historia de la interacción entre las diversas culturas y las plantas.
 - 1.2.1. Domesticación
 - 1.2.2. Centro de origen
 - 1.2.3. Teoría de Nicolae Vavilov
 - 1.2.4. Ley de Series Homólogas
 - 1.2.5. Recursos genéticos
 - 1.2.6. Conservación *in situ* y *ex situ*

Duración

06 horas

Unidad II. Etnobotánica

Competencia

Analizar el uso de las plantas por las comunidades nativas de Aridoamerica, en particular las de la región norte de Baja California, para identificar de forma sistemática las categorías de uso de las plantas a través de la transmisión oral e información disponible, con una actitud de respeto y ética profesional

Contenido

- 2.1. Introducción a la Etnobotánica.
- 2.2. El conocimiento de las plantas en las culturas tradicionales.
- 2.3. Clasificación y nomenclatura popular y científica
- 2.4. Valor descriptivo de los nombres populares
- 2.5. Enotaxonomía
- 2.6. Organización del conocimiento popular.
- 2.7. Las etnias de Baja California
- 2.8. Metodología del trabajo etnobotánico.

Duración

06 horas

Unidad III. Historia de la medicina tradicional

Competencia

Analizar la historia de la medicina tradicional, mediante el estudio de su uso en las diferentes culturas para comprender sus propiedades terapéuticas, con actitud crítica

Contenido

- 3.1. Historia del uso medicinal de las plantas.

- 3.2. Sistema de medicina tradicional.
- 3.3. Diversidad de los sistemas de medicina tradicional
- 3.4. Uso y propiedades terapéuticas
- 3.5. Estudios farmacológicos, toxicológicos y fitoquímicos

Duración

04 horas

Unidad IV. Las plantas medicinales en México y Baja California

Competencia

Analizar el conocimiento y uso de la herbolaria tradicional en las diferentes culturas, principalmente por las comunidades nativas del norte de Baja California, para explicar el potencial que representan las plantas en la búsqueda de activos biológicos en seres vivos, a través de las exploraciones científicas, con actitud crítica y de trabajo interdisciplinario.

Contenido

- 4.1. Herbolaria mexicana
- 4.2. Herbolaria yumana
- 4.3. Farmacopea
- 4.4. Las plantas en la medicina alternativa y complementaria.

Duración

08 horas

Unidad V. Etnofarmacología

Competencia

Analizar la importancia farmacéutica en el conocimiento real y potencial de la medicina popular o herbolaria, a través de la información disponible, para comprender la relevancia de la propiedad biotecnológica y legal de los activos biológicos, con actitud crítica y de trabajo interdisciplinario.

Contenido

- 5.1. Concepto y objetivos de la etnofarmacognosia
- 5.2. Bioprospección
- 5.3. Propiedad del conocimiento tradicional
- 5.4. Recolección
- 5.5. Productos naturales
- 5.6. Mercado global
- 5.7. Tratados internacionales

5.8. Biopiratería

Duración

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad II. Etnobotánica, Unidad III. Historia de la medicina tradicional, Unidad IV. Las plantas medicinales en México y Baja California

Práctica 1: Organizar datos etnobotánicos para valorar las investigaciones e interpretar sus resultados.¹

Duración

8 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Discriminar datos etnobotánicos
3. Analiza los datos etnobotánicos
4. Organiza los datos mediante la creación de bases de datos etnobotánicos.
5. Interpreta los resultados y valora su importancia para la investigación.
6. Elabora y entrega reporte

Recursos de apoyo

- Libreta de campo
- Computadora

Unidad II. Etnobotánica, Unidad III. Historia de la medicina tradicional, Unidad IV. Las plantas medicinales en México y Baja California

Práctica 2: Integrar una colección científica para crear un herbario con plantas de interés etnobotánico y sustentar la información.

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza las muestras de plantas.
3. Utiliza la prensa botánica para crear un herbario con plantas de interés etnobotánico

¹ La duración de las prácticas de taller y de campo responde a que los procedimientos se realizan en varios momentos durante el periodo escolar, las y los estudiantes contarán con su manual de prácticas donde se verá por sesiones independientes.

4. Sustenta la selección y documenta las técnicas de recolección de muestras de plantas utilizadas.

Recursos de apoyo

- Libreta de campo
- Prensa botánica
- Equipo de campo.

Unidad II. Etnobotánica, Unidad IV. Las plantas medicinales en México y Baja California

Práctica 3: Identificar taxonómicamente plantas de uso medicinal a través de claves botánicas y herbario.

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Coloca el material botánico en el estereoscopio, o lupas.
3. Observa atentamente para llevar a cabo su identificación taxonómica.
4. Hace uso correcto de claves botánicas y material de herbario.
5. Elabora y entrega reporte

Recursos de apoyo

- Estereoscopio
- Guías y floras para identificación.
- Fragmentos de plantas.
- Estuche de disección.
- Material de herbario.

Unidad III. Unidad IV. Las plantas medicinales en México y Baja California, Unidad V. Etnofarmacología

Práctica 4: Analizar triturados de Té (herboristería) para validarlos taxonómicamente, a través de la compra en mercados del material.

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Dispone en una mesa las bolsitas (o material suelto).
3. Analiz sus fragmentos con el estereoscopio para reconocer su estructura
4. Aplica la guía de identificación.

5. Elabora y entrega reporte

Recursos de apoyo

- Bolsas de Té
- Estereoscopio
- Estuche de disección
- Guías de identificación.

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad I. Unidad III. Unidad IV. Las plantas medicinales en México y Baja California, Unidad V. Etnofarmacología

Práctica 1: Métodos para la obtención de información y recolecta de plantas de interés etnobotánico, a través de informantes en campo, con actitud de respeto a los informantes y al ambiente.

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa el equipo necesario para ir hacer el trabajo de campo y documentar
3. Realiza entrevistas orales a informantes para obtener información sobre las plantas a recolectar
4. Realiza encuestas escritas previamente preparadas a informantes
5. Recolecta de plantas indicadas por los informantes.
6. Realiza el prensado de muestras botánicas.
7. Documenta todo en la libreta de campo

Recursos de apoyo

- Libreta de campo
- Grabadora,
- Cámara fotográfica
- Prensa botánica
- Equipo de campo.

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros
- Facilitador

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Entrevistas en campo
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Disposición al intercambio cultural

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	50%
– Investigación de estudio de caso	50%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Cortés-Rodríguez, E. (1988). *Estudio etnobotánico de los grupos Kumiai y paipai de Baja California*. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C. [clásica].
- Cortés-Rodríguez, E. (1994). *Análisis del conocimiento tradicional de la flora medicinal de la comunidad indígena de Santa Catarina, Baja California, México*. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C., México. [clásica].
- Cortés-Rodríguez, E. (2013). *Conocimiento tradicional herbolario pa ipai y perspectiva de desarrollo local en Santa Catarina, Baja California, México*. Tesis de doctorado, Facultad de Arquitectura e Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B. C., México. [clásica].
- Delgadillo, J. (1998). *Florística y ecología de Baja California*. (2^{da}. ed.), Universidad Autónoma de Baja California. [clásica].
- Del Barco, M. (1988). *Historia Natural y Crónica de la Antigua California*. Edición y estudio preliminar de Miguel León Portilla. Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México. [clásica].
- Estrada, R. A. y Farlow, E.L. (2024). *Diccionario práctico de la lengua kiliwa*. Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología Universidad Autónoma de Baja California.
- Felger, R. & M. B. Moser. (1985). *People of the Desert and Sea: ethnobotany of the Seri Indians*. University of Arizona Press. [clásica].
- Martínez, M. (1979). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica. [clásica].
- Wilken, M. R. (2020). *Etnobotánica kumiai: el conocimiento sobre las plantas nativas de un pueblo indígena de Baja California*. Sunbelt Publications.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Ayerza, R. & W. Coates (2005). *Chia: rediscovering a forgotten crop of the Aztecs*. University of Arizona Press
- Bebel, M., J. Treasure & D. McKee (2008). *Herb, nutrient, and drug interactions: clinical implications and therapeutic strategies*. Mosby Elsevier.
- Bohrer, V.L. (1986). Guideposts in Ethnobotany. *Journal of Ethnobiology*, 6(1), 27-43.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2012). *Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, 2012-2030*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/emcv/pdf/EMCV_Completa_Baja.pdf
- Cooper, R. & Kronenberg, F. (eds.). 2009. Botanical medicine. Mary Ann Liebert.
<https://es.scribd.com/document/263316757/Botanical-Medicine-From-Bench-to-Bedside-pdf>
- Chacón, P., S. Lagos-Witte, A. Mora & M. Morales (2011). Manual para la implementación de la “Estrategia Global para la Conservación de las Especies Vegetales” (EGCEV) en América Latina. Red Latinoamericana de Botánica.
<http://www.ibiologia.unam.mx/gela/manualimplementacion.pdf>
- Dincin, D. B. (1979). *Herbal Medicine: the natural way to get well and stay well*. Gramercy Publishing Company. [clásica].
- Douglas, K.A. (Ed.). (2002). *Stevia: the genus Stevia*. Taylor & Francis [clásica].
- Ford, R.I. (Ed.) (1994). *The nature and status of Ethnobotany*. (2a ed.). Anthropological Papers, Museum of Anthropology, University of Michigan. [clásica].
- Gómez-Lorence, F. y R. Almeida-Martínez (comp.) (1999). *Amaranto: cultivo promisorio para el siglo XXI*. Universidad Autónoma de Chapingo.
- González de Cosío, M. (1984). *Especies vegetales de importancia económica en México*. (2nd ed.). Porrúa, S. A. [clásica].
- Hawkes, G. J. (1983). *The diversity of crop plants*. Harvard University Press. [clásica].
- Hodgson, W. (2001). *Food plants of the Sonoran Desert*. The University of Arizona Press. [clásica].
- Jain, S.K. (ed.) (1981). *Glimpses of indian ethnobotany*. Oxford & IBH Publishing Co. Nueva Delhi. 365 pp. [clásica].
- Knudsen, H. (2000). *Directorio de Colecciones de Germoplasma en América Latina y el Caribe*. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI).
<ftp://ftp.cgiar.org/ipgri/Publications/pdf/606.pdf>
- Lagos-Witte, S., O.L. Sanabria, P. Chacón & R. García (eds) (2011). *Manual de herramientas etnobotánicas relativas a la conservación y el uso sostenible de los recursos vegetales*. Red Latinoamericana de Botánica, OEA/FEMCIDI.
<http://www.ibiologia.unam.mx/gela/manualetnobot.pdf>
- Martin, G. (1995). *Ethnobotany*. Chapman & Hall. London. 268 pp. [clásica].
- National Academy of Sciences (1975). Underexploited tropical plants with promising economic value. National Academy of Sciences. [clásica].

- Prance, T.G. & M. J. Balick (eds.) (1990). New directions in the study of plants and people. The New York Botanic Garden, *Advances in Economic Botany*. [clásica].
- Richardson, W.N. y Stubbs, T. (1978). *Plants, agriculture & human society*. W.A. Benjamin. Menlo Park. [clásica].
- Secretaría de Salud (2020). *Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos*. Secretaría de Salud-FEUM.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: texto y anexos. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (disponible en: <https://www.cbd.int/doc/legal/cartagena-protocol-es.pdf>).
- Thomson, R. W. (ed.) (1980). *Healing plants*. McGraw-Hill Book Co. [clásica].
- Tippo, O. & W. L. Stern (1977). *Humanistic Botany*. W.W. Norton & Company, Inc. [clásica].

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, área afín, preferentemente con posgrado de ciencias naturales o experiencia probada en el área de la botánica. Dos años de experiencia docente. Ser una persona responsable, proactiva y comprometida con el aprendizaje significativo de estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Política Ambiental y Climática
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Rosa Ana De Luca Zuria Dalia Marcela Muñoz Pizza Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

En esta unidad de aprendizaje, se explora las dimensiones éticas, políticas e históricas de la crisis ambiental y climática, analiza cómo se narra la crisis y cómo afecta tanto a humanos como a no humanos, examina preguntas éticas y políticas clave como nuestras obligaciones hacia las generaciones futuras y cómo deberían compartirse las responsabilidades ambientales climáticas, considera la brecha entre el conocimiento científico y la acción política, reflexiona sobre las formas en que diferentes sociedades enmarcan la política ambiental y climática e invita a las y los estudiantes a desarrollar respuestas colectivas y críticas mediante el aprendizaje interdisciplinario desde valores de justicia y cuidado. Se ubica en etapa terminal con carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar las dinámicas de la crisis climática a partir de las interacciones entre conocimiento, poder y discurso, empleando marcos teóricos pertinentes y estudios de caso reales, con el fin de comprender las desigualdades socioambientales a escala global y local y de formular respuestas colectivas, éticas y orientadas a la justicia, la pluralidad y el cuidado.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Material de divulgación (video, podcast, ensayo divulgativo) sobre un problema de la crisis ambiental y climática y sus consecuencias socioecológicas.

Portafolio individual de reflexiones, notas de lectura crítica y participación documentada en discusiones.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Inclusión, pensamiento crítico, igualdad de género, vida saludable.

Unidad I. Fundamentos socioambientales para el estudio de la crisis ecológica y climática

Competencia

Analizar críticamente la relación sociedad-naturaleza mediante la revisión de perspectivas teóricas para comprender los factores que influyen en la construcción del conocimiento ambiental reconociendo la diversidad de saberes, con pensamiento crítico y respeto.

Contenido

- 1.1 Perspectivas teóricas sobre la relación sociedad–naturaleza.
- 1.2 Conceptos clave: poder, desigualdad, territorio, cultura y ambiente.
- 1.3 Ciencia, política y crisis ecológica: ¿cómo se construye el conocimiento sobre la naturaleza?
- 1.4 Patrimonio biocultural: conocimientos tradicionales, prácticas comunitarias y cosmovisiones.

Duración

08 horas

Unidad II. Las dimensiones éticas del cambio climático: responsabilidades y cargas

Competencia

Analizar los factores estructurales de la crisis ecológica y climática, como el capitalismo, el extractivismo y el consumismo, mediante el examen de las narrativas dominantes y contranarrativas, el análisis del discurso y la crítica de los medios, con el fin de comprender cómo se construye el conocimiento sobre el clima, fomentando la justicia epistémica y la pluralidad.

Contenido

- 2.1. Gobernanza ambiental global
- 2.2. Vulnerabilidad e impactos diferenciados de la crisis ecológica y climática en mujeres, niñas y niños, pueblos indígenas y otros grupos históricamente marginados
- 2.3. Responsabilidades históricas, deuda ecológica y climática
- 2.4. Éticas intergeneracionales e interespecies

Duración

08 horas

Unidad III. Discursos ambientales y climáticos en el marco del poder

Competencia

Analizar los factores sistémicos de la crisis ecológica y climática mediante el examen de narrativas, del papel de la ciencia, el activismo, los medios y las cosmovisiones alternativas, con el uso de herramientas de análisis del discurso y crítica mediática para evaluar de manera informada los discursos y modelos de sostenibilidad, con el propósito de comprender la construcción del conocimiento ecológico y climático y de orientar la toma de decisiones hacia criterios de justicia epistémica, pluralidad, responsabilidad y compromiso ético.

Contenido

- 3.1. Factores estructurales de la crisis ecológica y climática: capitalismo, extractivismo, consumismo y la lógica del crecimiento ilimitado
- 3.2. Narrativas dominantes: crecimiento verde, carbono neto cero, resiliencia
- 3.3. Contrarrativas: justicia climática, decrecimiento, *buen vivir*, ética del cuidado
- 3.4. El papel de la ciencia, el activismo y los medios en el discurso sobre la crisis climática y ecológica, y la política de la producción y legitimidad del conocimiento
- 3.5. El silencio y la eliminación de cosmovisiones alternativas

Duración

08 horas

Unidad III. Comunicación, afectos y futuros emancipadores ante la crisis ecológica y climática

Competencia

Explorar las dimensiones emocionales, comunicativas y narrativas de la crisis ecológica y climática mediante el análisis de experiencias y expresiones de emociones colectivas y de su influencia en los medios, el activismo y las estrategias públicas, con el fin de comprender su papel en la construcción social del problema y de impulsar respuestas éticas, creativas y transformadoras orientadas a imaginar futuros justos, sostenibles y guiados por la empatía, la responsabilidad y la justicia.

Contenido

- 4.1 Ansiedad climática, duelo y esperanza
- 4.2 Respuestas afectivas a las narrativas sobre la crisis ecológica y climática
- 4.3 El papel de la narración, la imaginación y el arte en la construcción de futuros
- 4.4 Respuestas feministas, indígenas y comunitarias frente a la crisis
- 4.5 Ética del cuidado, la reparación y la responsabilidad colectiva
- 4.6 Imaginando futuros post-carbono y post-extractivos

Duración

08 horas

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos socioambientales para el estudio de la crisis ecológica y climática

Práctica 1. Cartografía socioambiental

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Realizar una introducción breve al concepto de relación sociedad–naturaleza y a las perspectivas teóricas revisadas en clase.
3. Elaborar de manera colectiva un mapa socioambiental de un territorio local, identificando actores, conflictos, desigualdades, prácticas culturales y elementos del patrimonio biocultural.
4. Revisar fuentes documentales y audiovisuales sobre el territorio elegido para complementar el análisis.
Identificar cómo el conocimiento ambiental se construye desde diferentes saberes, incluyendo científicos, comunitarios e indígenas.
5. Entregar el mapa junto con una reflexión en equipo
6. Socializar hallazgos y discutirlos colectivamente, reconociendo tensiones
7. Retroalimentación docente

Duración:

08 horas

Recursos de apoyo:

- Computadora o laptop con acceso a internet
- Cuaderno o bitácora de trabajo
- Marcadores, hojas grandes o papel bond para mapeo colectivo
- Acceso a recursos digitales y bases de datos socioambientales
- Lecturas introductorias sobre sociedad y naturaleza

Unidad II. Las dimensiones éticas del cambio climático: responsabilidades y cargas

Práctica 2: Simulación del Modelo de Naciones Unidas sobre responsabilidades globales

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Atiende indicaciones de su docente
2. Introducir los conceptos clave de la unidad: vulnerabilidad, justicia climática, deuda ecológica, responsabilidades comunes pero diferenciadas, impactos asimétricos del cambio climático.
3. Formar equipos que representen distintos países o bloques, procurando contrastes claros entre países altamente emisores, países vulnerables y países con emisiones intermedias.
4. Elaborar una ficha con información básica: emisiones históricas, vulnerabilidad climática, capacidad económica, políticas ambientales, perfiles sociales y riesgos diferenciados.
5. Investigar impactos diferenciados del cambio climático en grupos específicos como mujeres, infancias, comunidades indígenas o poblaciones costeras, usando informes climáticos, bases de datos internacionales y estudios de caso.
6. Elaborar una cartografía o visualización que represente las desigualdades globales: quién contamina, quién sufre, quién decide, quién queda fuera.
7. Realizar una simulación de negociación climática tipo Model United Nations. La dinámica incluye preparación de discursos, propuestas de resolución, alianzas estratégicas y respuestas ante escenarios ficticios de crisis climática.
8. Debatir responsabilidades históricas, justicia intergeneracional, financiamiento climático, mecanismos de protección y reparación ambiental.
9. Redactar una resolución colectiva enfocada en justicia climática, responsabilidades diferenciadas y mecanismos de apoyo para poblaciones vulnerables.
10. Registrar una reflexión individual sobre el ejercicio, analizando las dificultades políticas, éticas y epistémicas que emergieron durante la negociación.
11. Recibir retroalimentación docente

Recursos de apoyo:

- Computadora o laptop con acceso a internet
- Cuaderno o bitácora de trabajo
- Acceso a informes climáticos internacionales como IPCC y UNFCCC
- Lecturas sobre gobernanza ambiental, desigualdad climática y responsabilidades históricas
- Guías breves para delegaciones en simulaciones tipo Model United Nations
- Fichas de país con datos de emisiones, vulnerabilidad y políticas climática
- Material audiovisual sobre negociaciones climáticas internacionales
- Hojas para preparación de discursos, creación de alianzas y redacción de resoluciones

Unidad III. Discursos ambientales y climáticos en el marco del poder

Práctica 3: Análisis crítico de discursos ambientales y climáticos

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Selecciona un discurso reciente de un actor ambiental relevante: político, institución gubernamental, empresa, organización ambiental, organismo internacional o líder comunitario.
2. Identifica los elementos centrales del discurso
3. Analiza el lenguaje utilizado
4. Realiza un ejercicio de análisis comparando el discurso con acciones reales del actor elegido, revisando políticas, presupuestos, programas, reportes públicos o acciones documentadas.
5. Identifica contradicciones entre lo dicho y lo hecho, así como coherencias, vacíos, intereses implicados y efectos sobre poblaciones humanas y no humanas.
6. Elabora un análisis breve donde se evalúe la legitimidad del discurso, su impacto político y sus implicaciones éticas.
7. Presenta resultados en plenaria y discute cómo los discursos influyen en la política ambiental y climática.
8. Recibe retroalimentación docente

Materiales de apoyo

- Computadora o laptop con acceso a internet
- Cuaderno o bitácora de trabajo
- Acceso a discursos institucionales, notas periodísticas, reportes públicos y bases de datos
- Lecturas breves sobre análisis del discurso y análisis de contenido

Unidad IV. Comunicación, afectos y futuros emancipadores ante la crisis ecológica y climática

Duración

08 horas

Práctica 4: Cartas al futuro

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Recibir indicaciones docentes
2. Elaborar en cuaderno o computadora una carta dirigida a sí mismos dentro de treinta años en el marco de la crisis climática
3. Compartir voluntariamente fragmentos de la carta en equipos pequeños y dialogar sobre los afectos y futuros imaginados
4. Diseñar de manera colectiva una carta al futuro
5. Incorporar la carta y la pieza narrativa en el portafolio del curso como evidencia del proceso de aprendizaje.
6. Recibir retroalimentación docente

Materiales de apoyo

- Computadora o laptop con acceso a internet
- Materiales de escritura y creación
- Acceso a medios audiovisuales sobre afectos y crisis climática

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada

- Instrucción guiada
- Foros

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	20%
- Material de divulgación	40%
- Portafolio de evidencias	40%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Alley, R. B. (2007). El cambio climático: pasado y futuro (A. Resines, Trad.; J. M. Chivelet, Pról. y rev. técnica). Siglo XXI.
- Henry Shue. (2014). Climate Justice : Vulnerability and Protection. OUP Oxford.
- Richardson, K., Steffen, W. L., & Liverman, D. M. (2012). Climate change: Global risks, challenges and decisions. Cambridge University Press.
- Salih, M. A. M. (Ed.). (2013). Local climate change and society. Routledge.
- Ulloa, A. (Ed.). (2011). Perspectivas culturales del clima. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Geografía; ILSA, Instituto Latinoamericano para una Sociedad y un Derecho Alternativos.

Wyman, R. L. (Ed.). (1991). Global climate change and life on earth (Foreword by P. R. Ehrlich). Routledge.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Bonneuil, C., & Fressoz, J.-B. (2016). The Shock of the Anthropocene: The Earth, History and Us. Verso Books.

Clark, J. P. (2019). Between Earth and Empire: From the Necrocene to the Beloved Community. PM Press.

Forsyth, T. 2003. Critical Political Ecology: the politics of environmental science, London, Routledge

Gardiner, S. M. (2011). A Perfect Moral Storm: The Ethical Tragedy of Climate Change. Oxford University Press.

Haraway, D. (2016). Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene. Duke University Press.

Kimmerer, R. W. (2013). Braiding Sweetgrass: Indigenous Wisdom, Scientific Knowledge and the Teachings of Plants. Milkweed Editions.

Klein, N. (2014). This Changes Everything: Capitalism vs. the Climate. Simon & Schuster.

Latour, B. (2017). Facing Gaia: Eight Lectures on the New Climatic Regime. Polity Press.

Naess, A. (1989). Ecology, Community and Lifestyle: Outline of an Ecosophy. Cambridge University Press

Sultana, F. (2022). Critical climate justice. The Geographical Journal, 188, 118–124.

Sze, J. (2020). Environmental Justice in a Moment of Danger. University of California Press.

XIV. PERFIL DOCENTE

Contar con licenciatura o posgrado en ciencias sociales, humanidades, ciencias ambientales o áreas afines. Deberá acreditar experiencia en análisis del cambio ambiental y en trabajo interdisciplinario. Se considerará como requisito deseable contar con formación o trayectoria en ética ecológica y climática, ecología política, estudios socioambientales críticos o ciencias naturales con enfoque social. Se requerirá experiencia docente en temas socioambientales y manejo de metodologías participativas, así como la capacidad de incorporar principios de justicia climática, pluralidad epistémica, cuidado y sostenibilidad en los procesos de enseñanza y vinculación social.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Geobotánica
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:07
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	José Delgadillo Rodríguez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Geobotánica, se encuentra en la etapa terminal con carácter optativo, pertenece al área de conocimiento de Biodiversidad y tiene como propósito introducir al estudiante al estudio Geobotánica como una ciencia con respecto a las comunidades vegetales y la aplicación de técnicas de muestreo en ecología del paisaje, así como reconocer la importancia de la biodiversidad vegetal en el contexto actual y mundial, y su uso sustentable. Debido a su carácter disciplinario se requieren conocimientos de ecología de comunidades, flora y vegetación, siendo útil al estudiantado para valorar la diversidad de las comunidades vegetales hasta el nivel de asociación.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar las características de las comunidades de plantas de Baja California mediante la observación en campo y la aplicación de métodos de muestreo y estadísticos, para aplicar conceptos de la sociabilidad de las plantas (fitosociología), con disposición y respeto al paisaje vegetal.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Entrega de un proyecto de investigación donde se analice y discutan los conocimientos sobre las comunidades vegetales estudiadas a partir de los muestreos de campo.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar y resolver vacíos de conocimiento e incertidumbres taxonómicas de la biodiversidad, mediante la aplicación integrada de metodologías de muestreo ecológico, técnicas de identificación taxonómica morfológica y molecular, y herramientas de análisis de datos, para generar información validada sobre la distribución, composición e interacciones básicas de especies, con rigor científico y bioético.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Inclusión, pensamiento crítico, Interculturalidad Crítica e Igualdad de Género.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Historia de la geobotánica

Competencia

Analizar los conceptos sobre las ciencias vegetales, a través del estudio de la historia de las diferentes escuelas, para explicar su diversidad de aplicación en el mundo, con actitud objetiva.

Contenido

- 1.1. La ciencia geobotánica
- 1.2. Conceptos y objetivos.
- 1.3. Historia de las escuelas en ciencias vegetales

Duración

03 horas

Unidad II. Consideraciones ecológicas y físicas

Competencia

Analizar las relaciones de las especies con el ambiente a través del estudio de los factores físicos y biológicos para explicar la interacción entre las especies, con actitud objetiva.

Contenido

- 2.1. Especie
- 2.2. Fisiológicas
- 2.3. Ecológicas
- 2.4. Fitocenosis y continuum
- 2.5. Tipos funcionales y adaptaciones de las plantas
- 2.6. Topografía, geología y suelo
- 2.7. Viento, luz y temperatura

Duración

03 horas

Unidad III. Bioclimatología

Competencia

Analizar las relaciones de las especies con el clima a través del estudio de los datos obtenidos en las estaciones meteorológicas, para explicar las diferentes clasificaciones climáticas del mundo, con actitud propositiva.

Contenido

- 3.1. Climatología
- 3.2. Clasificaciones climáticas
- 3.3. Clasificaciones agroclimáticas
- 3.4. Clasificaciones fitoclimáticas
- 3.5. Macroclimas
- 3.6. Temperatura
- 3.7. Precipitación
- 3.8. Humedad relativa

Duración

04 horas

Unidad IV. Índices bioclimáticos

Competencia

Analizar los valores climáticos, a través de sus índices para construir modelos bioclimáticos y ponderar su importancia en la distribución de las plantas con una actitud propositiva.

Contenido

- 4.1. Índice ombrotérmico
- 4.2. Índice de termicidad
- 4.3. Índice de continentalidad
- 4.4. Índice de aridez
- 4.5. Índice de evapotranspiración
- 4.6. Balance hídrico

Duración

05 horas

Unidad V. Pisos Bioclimáticos

Competencia

Analizar los valores climáticos, a través de los modelos bioclimáticos para diseñar la ubicación en altitud y latitud, y ponderar su importancia en la distribución de las plantas con una actitud propositiva.

Contenido

- 5.1. Concepto y causas
- 5.2. Piso bioclimático
- 5.3. Piso de vegetación
- 5.4. Variantes bioclimáticas
- 5.5. Geoseries climatófilas
- 5.6. Consideraciones sobre el cambio climático

Duración

03 horas

Unidad VI. Estructura de la vegetación

Competencia

Analizar la estructura vertical y horizontal por medio de las formas biológicas para proponer modelos en el paisaje vegetal y ponderar su importancia en la distribución de las plantas con una actitud propositiva.

Contenido

- 6.1. Formas de vida o biotipos
- 6.2. Formaciones
- 6.3. Dinamismo de la vegetación
- 6.4. Paisaje vegetal
- 6.5. Clasificación de la vegetación

Duración

03 horas

Unidad VII. Fitogeografía

Competencia

Debatir sobre la distribución de la vegetación a través de la corología para sustentar su origen y ponderar su importancia a nivel fitogeográfico con una actitud propositiva.

Contenido

- 7.1. Islas del cielo
- 7.2. Barreras
- 7.3. Migraciones
- 7.4. Insularidad
- 7.5. Extinción y reliquias
- 7.6 Naturalización

Duración

03 horas

Unidad VIII. Fitosociología**Competencia**

Analizar la vegetación a través de la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos, para la identificación y tipificación de las comunidades, con una actitud crítica.

Contenido

- 8.1. Consideraciones a los métodos de análisis en vegetación
 - 8.1.1. Análisis cuantitativos
 - 8.1.2. Análisis cualitativos
 - 8.1.3. Fitosociología
 - 8.1.4. Sindinámica y syntaxonomía
 - 8.1.5. Asociación
 - 8.1.6. Nomenclatura fitosociológica

Duración

08 horas

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad II. Consideraciones ecológicas y físicas

Práctica 1: Analizar los métodos de geobotánica por medio de criterios universales para clasificar la vegetación.

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza los métodos para la clasificación de la vegetación con criterios universales
3. Utiliza mapas, imágenes de satélite e índices de la cobertura vegetal.
4. Realiza la clasificación de la vegetación.
5. Elabora y entrega reporte.

Recursos de apoyo

- Mapas
- Computadora
- Acceso a web

Unidad III. Bioclimatología, Unidad IV. Índices climáticos y Unidad V. Pisos bioclimáticos

Práctica 2: Analizar datos climáticos a través de estaciones meteorológicas para elaborar modelos bioclimáticos.

Duración

08 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Utiliza programas de computación con datos climáticos de estaciones meteorológicas.
3. Analiza datos climáticos y elabora modelos bioclimáticos
4. Elabora y entrega reporte.

Recursos de apoyo

- Computadora, de preferencia individual.
- Paquete estadístico R.
- Datos climáticos
- Bases de datos
- Programas climáticos.

Unidad VIII. Fitosociología

Práctica 3: Analizar los métodos de geobotánica por medio del criterio fitosociológico para clasificar las comunidades vegetales.

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Utiliza los datos de campo donde se aplicó el método fitosociológico.
3. Clasifica las comunidades vegetales
4. Elabora y entrega reporte

Recursos de apoyo

- Computadora, de preferencia individual.
- Paquete estadístico R.
- Hojas Excel
- Datos de campo

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad VIII. Fitosociología

Práctica 1: Uso en campo del método fitosociológico con cuadrantes de acuerdo al área mínima.

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa contar con el equipo de campo, recursos y formatos necesarios
3. Utiliza el gps para ubicarse en el campo.
4. Aplica en campo el método fitosociológico con cuadrantes de acuerdo al concepto de área mínima, utilizando la escala de Braun-Blanquet y la cinta métrica.
5. Registra los hallazgos en su libreta de campo.

Recursos de apoyo

- Libreta de campo
- Cinta métrica (50 m)
- Formatos para inventarios fitosociológicos
- GPS
- Escala de Braun-Blanquet
- Equipo de campo

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva

- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros
- Facilitador

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Trabajo en campo
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros sintéticos

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	50%
– Trabajo de investigación	50%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Daubenmire, R. (1979). *Ecología vegetal: tratado de autoecología de las plantas*. ed. Limusa, México [clásica].
- Delgadillo, R. J. (1995). *Introducción al conocimiento bioclimático, fitogeográfico y fitosociológico del suroeste de Norteamérica (Estados Unidos-México)*. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, España [clásica].
- Delgadillo, R. J. (1998). *Florística y ecología del norte de Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California.[clásica].
- Delgadillo, R. J. (2004). *El bosque de coníferas de la sierra San Pedro Mártir, Baja California*. Instituto Nacional de Ecología (INE), Semarnat. México, D.F. (disponible en PDF en www.ine.gob.mx, buscar en “publicaciones”). [clásica].
- Rzedowski, J. (1986). *La vegetación de México*. Limusa.[clásica].
- Takhtajan, A. (1986). *Floristic regions of the world*. University of California Press. [clásica].
- Walter, H. (1973). *Vegetation of the Earth*. Heidelberg Science Library, vol. 15. The English Universities Press- Springer-Verlag, [clásica].
- Wiggins, I. (1980). *Flora of Baja California*. Stanford University Press. [clásica].

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Alcaraz, A. J. F. (1999). *Manual de teoría y práctica de Geobotánica*. Universidad de Murcia y Diego Marín editorial. ISBN 84-95095-85-8 [clásica].
- Archibold, W. O. (1995). *Ecology of the world vegetation*. Chapman & Hall.[clásica].
- Brown, D.E., ed. (1982). The Biotic Communities of the American Southwest - United States and Mexico. *Desert Plants*, 4:1-341. Reprinted and revised 1994 as *Biotic Communities: Southwestern United States and Northwestern Mexico*. University of Utah Press, Salt Lake City, Utah. 342p. [clásica].
- Danserau, P. (1957). *Biogeography: an ecological perspective*. The Ronald Press Co.[clásica].
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM. [clásica]. <https://librosoa.unam.mx/handle/123456789/1372>
- Huber, O. & R. Riina (eds). (2003). *Glosario Fitoecológico de las Américas*. Vol. México, América Central e Islas del caribe: países hispanoparlantes. UNESCO & CoroLab Humboldt. París, Francia. 474 pp.[clásica].

- Medrano, F. (2007). *Las comunidades vegetales de México: una propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México*. 2da. Edición Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México. 88 pp. [clásica]
- Polis, G. (ed). (1991). *The ecology of the desert communities*. The University of Arizona Press, Tucson, AZ.456 pp.[clásica].
- Rivas-Martínez, S. D. Sánchez-Mata & M. Costa. (1999). North American boreal and western temperate forest vegetation. *Itinera Geobotánica*, 12, 5-316.
- Woodward, F.I.(1987). *Climate and plant distribution*. *Cambridge Studies in Ecology*, Cambridge University Press..[clásica].
- WilsonWeb Journal Directory. <http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/Journals/>
- The National Center for Biotechnology Information, NCBI Taxonomy Home. www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/taxonomyhome.html/
- Información Estadística Climatológica. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>
- Global climate and weather data. <https://worldclim.org/data/index.html>
- Datos climáticos de ciudades de todo el mundo. <https://es.climate-data.org/>
- NOAA. Datos climáticos en línea. [Climate Data Online \(CDO\) - The National Climatic Data Center's \(NCDC\) Climate Data Online \(CDO\) provides free access to NCDC's archive of historical weather and climate data in addition to station history information. | National Climatic Data Center \(NCDC\)](#)

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, área afín, preferentemente con posgrado de ciencias vegetales o experiencia probada en el área. Dos años de experiencia docente. Ser una persona responsable, proactiva, con alto sentido ético y comprometida con el aprendizaje significativo de estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada.
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Biología de la Conservación
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 03 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:08
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Angélica Colín Martínez Alejandra Ramos González
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Biología de la Conservación es fundamental dentro de la disciplina porque proporciona las bases teóricas y prácticas necesarias para comprender los procesos que conducen a la pérdida de la biodiversidad a distintos niveles: genético, de especies, comunidades y ecosistemas. Su utilidad radica en que el estudiantado desarrollará actitudes de responsabilidad socioambiental y adquirirá habilidades de análisis, síntesis e interpretación apoyadas en conocimientos de ecología, genética y evolución, lo que les permitirá diseñar y proponer estrategias de conservación, restauración y manejo de la biodiversidad. Esta unidad se ubica en la etapa terminal del programa educativo, pertenece al área de conocimiento de Sistemas Socio Ecológicos, tiene carácter optativo y sugiere haber cursado las unidades de aprendizaje de Genética de Poblaciones y Cuantitativa, Ecología I y II y Evolución.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar los diversos métodos de ecología, genética y evolución en los distintos niveles de organización biológica desde la variabilidad genética hasta los ecosistemas, para comprender y aplicar los fundamentos de la Biología de la Conservación, identificar amenazas, evaluar vulnerabilidades, proponer estrategias frente a la pérdida de biodiversidad, la extinción de poblaciones y especies silvestres esto con una actitud crítica, responsabilidad, compromiso profesional y social hacia la conservación de la diversidad biológica.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que contenga reportes de prácticas de taller, mapas conceptuales, infografías y diagramas que impliquen el análisis de problemáticas y la discusión de posibles soluciones. Además, incluirá análisis de artículos científicos o estudios de caso que demuestren la aplicación del conocimiento adquirido.

Proyecto integrador donde realicen el análisis de un caso real de pérdida de biodiversidad, ya sea a nivel genético, de especies, comunidades o ecosistemas, para diseñar propuestas de conservación, restauración y/o manejo. Para ello, cada estudiante deberá: 1) hacer una búsqueda de literatura sobre el caso elegido y redactar antecedentes; 2) hacer una búsqueda de datos que sirvan para analizar la diversidad en dos tiempos (pasado y actual); 3) analizar los datos con modelos genéticos o ecológicos; 4) redactar una sección de resultados; 5) discutir sus resultados con la bibliografía disponible y 5) escribir una conclusión sobre el caso elegido donde se mencione la utilidad y las limitaciones de los datos usados, reflejando la aplicación práctica de los aprendizajes adquiridos en Biología de la Conservación.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socio ecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias

innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social, Excelencia, Vanguardia, Interculturalidad.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos de biología de la conservación

Competencia

Conectar el origen y los fundamentos de la Biología de la Conservación, así como la crisis ambiental y sus dimensiones sociales mediante la revisión de conceptos y antecedentes históricos, para valorar la relevancia de esta disciplina en el contexto actual y su papel en la formación profesional, con integridad, curiosidad científica y disposición al aprendizaje.

Contenido

- 1.1. Historia y objetivos de la Biología de la Conservación
- 1.2. Principios éticos y filosóficos: valor intrínseco de la biodiversidad
- 1.3. Interdisciplinariedad en la conservación (enfoques biológico, social y legal)

Duración

02 horas

Unidad II. Diversidad biológica y variabilidad genética

Competencia

Interpretar los niveles y patrones de diversidad biológica genética, de especies, comunidades, ecosistemas y biomas, con énfasis en la variabilidad genética y las herramientas moleculares para su estudio, utilizando marcos teóricos y ejemplos comparativos, con el fin de comprender su origen, evolución e importancia para los sistemas socioecológicos, mostrando apertura intelectual, curiosidad, interés y respeto a la diversidad biológica.

Contenido

- 2.1. Origen y evolución de la biodiversidad
 - 2.1.1. Breve repaso de la evolución de la diversidad genética y especies
- 2.2. Diversidad genética: niveles de variabilidad
 - 2.2.1. Variación individual: heterocigosidad, polimorfismos y rasgos fenotípicos
 - 2.2.2. Variación poblacional: estructura poblacional, flujo génico, deriva genética, tamaño efectivo
 - 2.2.3. Variación entre poblaciones: diferenciación genética, endogamia, fragmentación de hábitats
 - 2.2.4. Variación a nivel de especies: especies crípticas y divergencia genética, filogeografía

- 2.3. Genética molecular aplicada a la conservación
 - 2.3.1. Marcadores moleculares: microsatélites, SNPs, COI y genes mitocondriales
 - 2.3.2. Código de barras de la vida y aplicaciones en identificación de especies crípticas
 - 2.3.3. Filogeografía y genética de poblaciones para manejo de especies amenazadas
- 2.4. Diversidad de especies y ecosistemas
 - 2.4.1. Conceptos de especie y herramientas de identificación complementarias
 - 2.4.2. Patrones de diversidad continental y global
 - 2.4.3. Integración de la genética en el contexto de comunidades y ecosistemas

Duración

12 horas

Unidad III. Amenazas a la biodiversidad

Competencia

Analizar las principales amenazas que enfrenta la biodiversidad, extinción, especies invasoras, cambio climático, entre otras, a partir de la integración de información científica y casos de estudio, para interpretar sus causas y consecuencias en distintos niveles biológicos, con pensamiento crítico, respeto, compromiso social y sensibilidad socioambiental.

Contenido

- 3.1. Extinciones y vulnerabilidad de especies
- 3.2. Impacto de especies invasoras y enfermedades emergentes
- 3.3. Explotación y sobreexplotación
- 3.4. Cambio climático y resiliencia biológica

Duración

06 horas

Unidad IV. Estrategias de conservación

Competencia

Evaluar estrategias de conservación in situ y ex situ, así como acuerdos internacionales, empleando conceptos de dinámica poblacional, genética y demografía, para valorar su efectividad en la protección de especies y ecosistemas, con ética profesional, responsabilidad ambiental y compromiso social.

Contenido

- 4.1. Dinámica de poblaciones y metapoblaciones
- 4.2. Estrategias de conservación de especies y ecosistemas
 - 4.2.1. Conservación in situ: diseño y manejo de áreas naturales protegidas
 - 4.2.2. Conservación ex situ y biobancos genéticos
 - 4.2.3. Planes de recuperación de especies amenazadas
- 4.3. Conectividad y corredores biológicos

Duración

06 horas

Unidad V. Aplicaciones prácticas***Competencia***

Recomendar acciones de conservación en áreas naturales protegidas, programas de restauración y control de especies invasoras, mediante el diseño de estrategias fundamentadas en principios ecológicos y socioambientales, con el fin de contribuir a la gestión sostenible de la biodiversidad, mostrando liderazgo, responsabilidad ética y compromiso con la sociedad.

Contenido

- 5.1. Restauración ecológica aplicada
- 5.2. Acciones de control y erradicación de especies invasoras
- 5.3. Monitoreo genético y ecológico de poblaciones silvestres
- 5.4. Estudios de caso en México: peces nativos, ecosistemas marinos y terrestres, ANPs

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**Unidad I. Fundamentos de biología de la conservación****Práctica 1: La visión indígena de la tierra y la conservación ambiental*****Duración***

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales de la persona docente sobre la importancia del manifiesto del jefe Seattle como antecedente en la reflexión ambiental y cultural.
2. Lee de manera individual la carta del jefe Seattle destacando frases que expresen valores de respeto, unidad y responsabilidad hacia la tierra.
3. Forma un equipo de trabajo (3–5 integrantes) y comparte las frases seleccionadas, explicando por qué cada una resulta significativa en el contexto de la conservación.
4. Contrasta, en el equipo, las ideas del jefe Seattle con situaciones actuales de crisis ambiental (ej. deforestación, contaminación, pérdida de especies).
5. Elabora un mapa conceptual que muestre la relación entre los principios expresados en la carta y los retos de la conservación contemporánea.
6. Diseña, en el mismo equipo, una propuesta breve de acción local (ej. restauración de un espacio, campaña de sensibilización, práctica de consumo responsable), inspirada en los valores expresados en la carta.
7. Presenta al grupo el mapa conceptual y la propuesta de acción, explicando la conexión entre la visión indígena y las estrategias actuales de conservación.
8. Entrega física o digital a la persona docente un documento con la síntesis de la reflexión individual, el mapa conceptual y la propuesta, para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Copia impresa o digital de la Carta del Jefe Seattle.
- Computadora o tableta.
- Internet.
- Editor de texto (Word, Google Docs u otro).
- Pizarrón o rotafolios.
- Plumones o marcadores.
- Hojas blancas o papel bond para mapas conceptuales.
- Software para mapas conceptuales (opcional: CmapTools, MindMeister, Canva, etc.).

Unidad II. Diversidad biológica y variabilidad genética

Práctica 2: Diversidad genética en poblaciones

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales de la persona docente sobre los conceptos de diversidad genética (heterocigosidad, variabilidad, linajes).
2. Revisa bases de datos genéticas (ej. GenBank, BOLD) o artículos de caso para identificar ejemplos de diversidad intraespecífica.
3. En equipos, selecciona una especie de interés (ej. especie nativa, agrícola o amenazada).
4. Recopila información genética disponible (ej. secuencias, linajes, haplotipos).

5. Capacitación guiada en MEGA (o visualizadores online equivalentes) para importar, alinear y generar representaciones básicas de datos.
6. Representa gráficamente la variabilidad genética (árboles genealógicos simples, diagramas de haplotipos, tablas de frecuencias).
7. Analiza cómo la diversidad genética contribuye a la resiliencia y adaptación de la especie.
8. Elabora un informe que resuma el caso, la representación gráfica y la interpretación.
9. Presenta al grupo las conclusiones destacando la importancia de conservar la variabilidad genética para la retroalimentación grupal y docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet.
- Bases de datos genéticas (GenBank, BOLD, CONABIO).
- Software de análisis básico de secuencias (MEGA, PhyloTree, o visualizadores online).
- Manual breve de introducción a MEGA proporcionado por la persona docente.
- Hojas y plumones para representaciones manuales.

Práctica 3: Diversidad de especies y comunidades

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción de la persona docente sobre índices de diversidad (riqueza, Shannon, Simpson).
2. Forma equipos y selecciona un ecosistema local (ej. playa, parque urbano, bosque cercano).
3. Realiza un muestreo rápido (transectos, cuadrantes o listas de observación de flora/fauna). Alternativa en caso de condiciones climáticas o logísticas desfavorables: Utiliza bases de datos de biodiversidad (e.g., iNaturalist, GBIF, CONABIO) o registros previos del ecosistema local para simular un muestreo.
4. Registra el número de especies y la abundancia relativa de cada una.
5. Calcula al menos dos índices de diversidad usando los datos obtenidos.
6. Interpreta los resultados en términos de estructura de comunidad, dominancia y equidad.
7. Discute cómo factores ambientales o humanos influyen en la diversidad observada.
8. Elabora y entrega un informe digital con tablas, gráficos, conclusiones y lo entrega a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Cuadernos de campo y guías de identificación (flora/fauna local).
- Cinta métrica, cuerdas, cuadrantes o transectos.
- Calculadora o software de análisis (Excel, PAST u otros).
- Hojas de registro y cámaras fotográficas (opcional).
- Acceso a bases de datos de biodiversidad en línea (para opción alternativa).

Práctica 4: Diversidad de ecosistemas y biomas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende la orientación docente sobre biomas globales.
2. Selecciona un bioma y recopila información sobre clima, biodiversidad, servicios ecosistémicos y amenazas.
3. Elabora una infografía digital que sintetice la información.
4. Contrasta el bioma elegido con otro y destaca similitudes y diferencias.
5. Diseña una propuesta de acción para conservar o restaurar uno de los biomas estudiados.
6. Expone la infografía y la propuesta al grupo.
7. Entrega la infografía digital a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet.
- Mapas y atlas de biomas (digitales o impresos).
- Software de diseño (Canva, PowerPoint, Lucidchart).

Unidad III. Amenazas a la biodiversidad**Práctica 5: Análisis de amenazas a la biodiversidad****Duración**

03 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción docente sobre principales amenazas a la biodiversidad.
2. Selecciona un caso documentado de amenaza (ej. especie invasora, pérdida de hábitat, cambio climático).
3. Analiza la información científica disponible e identifica causas, consecuencias y niveles de impacto (genético, poblacional, ecosistémico).
4. Elabora y entrega un esquema causal digital que muestre la interacción entre factores sociales, económicos y ecológicos para su retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Artículos científicos y reportes de caso.
- Computadora con acceso a internet.
- Editor gráfico, o de texto.

Práctica 6: Evaluación del impacto de especies invasoras en ecosistemas locales

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones de la persona docente respecto a las especies invasoras más relevantes en la región (plantas, invertebrados, peces, mamíferos, aves, etc.).
2. Forma equipos y selecciona una especie invasora local de interés, tomando en cuenta la disponibilidad de información científica.
3. Documenta la historia de introducción de la especie (accidental o intencional), su área de distribución actual y los principales factores que han favorecido su expansión.
4. Recopila información cuantitativa de su impacto en dos niveles:
 - a. Ecológico: depredación, competencia, transmisión de enfermedades, alteración de hábitats.
 - b. Socioeconómico: daños a cultivos, pérdida de servicios ecosistémicos, riesgos a la salud.
5. Identifica especies nativas particularmente afectadas y documenta cambios en las comunidades donde la invasora está presente.
6. Consulta y compara estrategias de manejo y control aplicadas en otras regiones con la misma especie (o especies similares).
7. Diseña un plan de manejo preliminar que considere: prevención, detección temprana, control mecánico/químico/biológico y participación comunitaria.
8. Entrega un reporte escrito digital y presentación a su docente para su retroalimentación con los siguientes apartados:
 - Breve descripción de la especie invasora.
 - Evidencias de impacto ecológico y socioeconómico.
 - Evaluación crítica de métodos de manejo aplicados.
 - Propuesta de un plan de manejo adaptado al contexto local.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet.
- Acceso a bases de datos científicas (Google Scholar, Scopus, Web of Science, CONABIO, IUCN).
- Software de presentación (PowerPoint, Canva, Prezi).
- Material de apoyo proporcionado por el docente (lecturas clave, fichas técnicas de especies invasoras).
- Hojas de registro para sistematizar información.

Unidad IV. Estrategias de conservación

Práctica 7: Estrategias de conservación in situ y ex situ

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción de la persona docente sobre estrategias de conservación.
2. Revisa ejemplos de proyectos in situ y ex situ documentados (parques nacionales, bancos de germoplasma, zoológicos, criopreservación).
3. Analiza la efectividad de cada estrategia considerando genética, demografía y dinámica poblacional.
4. Elabora un cuadro comparativo con ventajas y limitaciones de cada estrategia.
5. Diseña una propuesta para mejorar una estrategia de conservación en un caso real y entrega a su docente la propuesta en formato digital para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Artículos científicos y reportes técnicos.
- Computadora con internet.
- Hojas de registro.

Práctica 8: Hibridación como herramienta en conservación

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales de la persona docente sobre la importancia de la genética en los programas de conservación y la controversia que genera la hibridación.
2. Lee de manera individual y en equipo el artículo Chan et al. (2019). Hybridization as a conservation management tool. *Evolutionary Applications*, 12(7): 1274–1285. Wiley.
3. Identifica y resume los principales argumentos a favor y en contra de utilizar la hibridación como estrategia en la conservación de especies.
4. Clasifica los casos de estudio presentados en el artículo según:
 - a. Objetivos de la hibridación (ej. rescate genético, restauración de poblaciones, aumento de variabilidad).
 - b. Nivel biológico involucrado (poblaciones, especies, ecosistemas).
 - c. Riesgos identificados (ej. pérdida de identidad genética, introgresión no deseada).
5. Contrasta los casos con experiencias en México o Latinoamérica, consultando bases de datos o reportes (ej. CONABIO, IUCN, artículos regionales).
6. Debate en grupos pequeños las siguientes preguntas:
 - a. ¿En qué contextos puede considerarse viable la hibridación como estrategia de conservación?
 - b. ¿Qué criterios éticos y ecológicos deberían guiar su implementación?
 - c. ¿Cómo se comparan los beneficios potenciales con los riesgos?
7. Elabora un mapa de decisiones que muestre los pasos y criterios que deberían evaluarse antes de aplicar un programa de conservación basado en hibridación.
8. Expone el mapa de decisiones y principales conclusiones en el grupo y a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Artículo base Chan et al. (2019).

- Computadora e internet para consulta de casos adicionales.
- Software de mapas conceptuales (CmapTools, Miro, MindMeister, PowerPoint).
- Material complementario proporcionado por la persona docente (ej. lecturas sobre rescate genético y translocaciones).

Práctica 9: Genética poblacional y conservación

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción docente sobre uso de parámetros genéticos en conservación.
2. Descarga un conjunto de datos de frecuencias génicas o usa uno proporcionado.
3. Calcula heterocigosidad, F_{st} y otros parámetros básicos utilizando software especializado (GENEPOP, Arlequin o equivalente).
4. Interpreta los resultados en términos de flujo génico y fragmentación poblacional.
5. Discute implicaciones para el diseño de corredores biológicos y reservas.
6. Entrega un informe con análisis y discusión aplicada a la conservación a su docente para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Computadora con internet.
- Software GENEPOP/Arlequin.
- Dataset de frecuencias génicas.

Práctica 10: Evolución de los conceptos de conservación y áreas protegidas

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones iniciales de la persona docente sobre la importancia histórica de los conceptos de conservación y áreas protegidas.
2. Lee de manera individual el artículo de Dudley, N. (Ed.) (2008). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. IUCN.
3. Integra un equipo de 3–5 personas y elabora una línea del tiempo que muestre los principales hitos en la evolución de las áreas protegidas a nivel mundial y en México.
4. Contrasta, en el equipo, los objetivos iniciales de los parques nacionales (paisaje, recreación) con los modelos posteriores que incorporan biodiversidad, conectividad y participación social.
5. Diseña un cuadro comparativo que incluya ventajas, limitaciones y aprendizajes de cada modelo de conservación.
6. Proponen como equipo, un modelo ideal de área protegida para el siglo XXI que integre los elementos revisados (biodiversidad, conectividad, participación local, restauración).

7. Exponen al grupo la línea del tiempo, el cuadro comparativo y el modelo ideal, explicando cómo estos reflejan la evolución del concepto de conservación.
8. Entrega física o digital a la persona docente un documento con la línea del tiempo, el cuadro comparativo y la propuesta del modelo, para su retroalimentación.

Recursos de apoyo

- Copia impresa o digital del documento de Dudley (2008).
- Computadora o tableta.
- Internet.
- Editor de texto y hojas de cálculo o presentación (Word, Excel, PowerPoint, Google Docs/Slides).
- Pizarrón o rotafolios.
- Plumones o marcadores.
- Hojas blancas o papel bond para la línea del tiempo y el cuadro comparativo.

Práctica 11: Diseño de estrategias de conservación en áreas naturales y restauración ecológica

Duración

03 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANPs), restauración ecológica y control de especies invasoras.
2. Selecciona un caso real o simulado de ANP, proyecto de restauración o problema de invasión de especies.
3. Analiza la información disponible sobre contexto ecológico, amenazas y actores sociales involucrados.
4. Diseña, en equipo, una estrategia de acción que contemple:
 - a. Objetivos claros de conservación o restauración.
 - b. Actividades específicas para implementar.
 - c. Indicadores de éxito y posibles limitaciones.
5. Presenta la estrategia al grupo, explicando los fundamentos ecológicos y socioambientales de las acciones propuestas.
6. Entrega un documento escrito físico o digital con el plan resumido para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Información sobre ANPs, programas de restauración o especies invasoras.
- Computadora con acceso a internet.
- Hojas de registro, cartulinas o software para diagramas y tablas.

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidad II: Diversidad biológica y variabilidad genética

Unidad III: Amenazas a la biodiversidad

Unidad IV: Estrategias de conservación

Práctica 1: Biodiversidad, amenazas y estrategias de conservación en la Sierra de San Pedro Mártir

Duración

16 horas

Procedimiento

Día 1

Sesión 1 (4 horas): Diseño y preparación

1. Atiende las orientaciones iniciales de la persona docente sobre objetivos, logística y seguridad en campo.
2. Conformar equipos de trabajo (3–5 integrantes) y asigna roles (observador de flora, observador de fauna, registrador de datos, apoyo logístico, coordinador de equipo).
3. Define un área de muestreo dentro del Parque (bosque de coníferas, matorral, pradera de altura).
4. Diseña el plan de muestreo: transectos, cuadrantes y registros de observación.
5. Establece hipótesis de trabajo sobre la diversidad esperada y amenazas presentes.
6. Recibe retroalimentación y orientación docente sobre la práctica.

Sesión 2 (4 horas): Ejecución en campo

1. Recorre el área de muestreo y aplica los métodos de observación y registro (flora, fauna, huellas, sonidos).
2. Registra abundancia relativa y riqueza de especies en cada transecto/cuadrante.
3. Documenta evidencias de amenazas (basura, especies invasoras, tala, fragmentación, incendios).
4. Georreferencia los sitios de observación con GPS o aplicaciones móviles.
5. Registra notas sobre la percepción local mediante una breve entrevista a guardaparques u otros actores disponibles (opcional, dependiendo de factibilidad).
6. Discute en equipo los hallazgos preliminares antes del cierre del día.
7. Recibe retroalimentación general y orientación docente sobre la práctica

Día 2

Sesión 3 (4 horas): Análisis en campo y gabinete

Sesión 4 (4 horas): Síntesis y reporte

1. Elabora un informe grupal con los siguientes apartados:
 - Introducción: objetivos y contexto del área.
 - Metodología: diseño de muestreo y técnicas aplicadas.
 - Resultados: diversidad de especies, índices calculados, amenazas detectadas.

- Discusión: relación entre biodiversidad y amenazas.
 - Propuesta: acciones de conservación o restauración específicas para el Parque.
2. Diseña un cartel científico o presentación digital con los resultados más relevantes.
 3. Expone al grupo el informe y recibe retroalimentación de la persona docente.

Recursos de apoyo

- Transporte y permisos de acceso al Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.
- GPS o aplicaciones móviles de georreferenciación (ej. iNaturalist, eBird).
- Cuadernos de campo, hojas de registro, cámaras fotográficas.
- Binoculares, brújula, cinta métrica, cuadrantes de muestreo.
- Guías de identificación de flora y fauna locales.
- Computadora con software de análisis de biodiversidad (PAST, Excel, R).
- Información descargada previamente de bases de datos (CONABIO, GBIF, IUCN).

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el personal docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados. Estas estrategias deben seleccionarse en función del tipo de competencia, el nivel cognitivo y la naturaleza del contenido. Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Demostración de empleo de modelos computacionales

Estrategia de aprendizaje

Son enfoques que el estudiantado emplea para organizar, adquirir, comprender y aplicar el conocimiento. Estas estrategias deben promover el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo. Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Investigación documental
- Lecturas de comprensión
- Grupos de discusión
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	30%
- Portafolio de evidencias	25%
- Proyecto integrador	25%
- Reporte de práctica de campo	20%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Blanco, H., & Lal, R. (2023). *Soil conservation and management*. Cham: Springer.
- Carroll, S. P., & Fox, C. W. (Eds.). (2008). *Conservation biology: evolution in action*. Oxford University Press. [clásica]
- Fa, J. E., Funk, S. M., & O'Connell, D. (2011). *Zoo conservation biology*. Cambridge University Press. [clásica]

- Galetti, P. M. (2023). *Conservation genetics in the neotropics*. P. M. Galetti (Ed.). Springer Nature Switzerland AG.
- Hunter Jr, M. L., & Gibbs, J. P. (2002). *Fundamentals of conservation biology*. John Wiley & Sons. [clásica]
- Morris, W. F., & Doak, D. F. (2002). *Quantitative conservation biology: theory and practice of population viability analysis*. Sinauer Associates. [clásica]
- Pullin, A. S. (2002). *Conservation biology*. Cambridge University Press. [clásica]
- Soulé, M. E., & Wilcox, B. A. (Eds.). (1980). *Conservation Biology. An evolutionary-ecological perspective*. [clásica]
- Van Dyke, F. (2008). *Conservation biology: foundations, concepts, applications*. Dordrecht: Springer Netherlands. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Conservation Biology. (s. f.). Wiley Online Library. <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/journal/15231739>
- Manuales y tutoriales de software: *MEGA*, *GenPop*, *Arlequin*, *PhyloTree*. (s. f.). Documentación técnica no publicada.
- National Center for Biotechnology Information. (s. f.). *NCBI*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Segelbacher, G., Cushman, S. A., Epperson, B. K., Fortin, M. J., Francois, O., Hardy, O. J., ... & Manel, S. (2010). Applications of landscape genetics in conservation biology: concepts and challenges. *Conservation genetics*, 11(2), 375-385. [clásica]
- Sher, A. (2022). *An introduction to conservation biology*. Oxford University Press.

XIV. PERFIL DOCENTE

La persona docente deberá contar con una formación académica sólida en Biología o áreas afines, con conocimientos avanzados en el área de Biología de la Conservación; es deseable contar con estudios de posgrado en Ciencias y con experiencia docente mínima de un año. Además, deberá demostrar ser asertivo, respetuoso, empático, organizado, tolerante, autocrítico, que fomente el trabajo en equipo entre sus estudiantes, el pensamiento crítico y la cultura de calidad, así como compromiso con el desarrollo sostenible del país.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Manejo de Vida Silvestre en Sistemas Socioecológicos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 01 Horas Práctica de Campo: 01 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Aldo Antonio Guevara Carrizales Gonzalo De León Girón
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El curso Manejo de vida silvestre en sistemas socioecológicos tiene como propósito que el estudiantado analice y aplique de manera crítica los fundamentos ecológicos y sociales que intervienen en los sistemas socioecológicos, con la integración de enfoques inter y transdisciplinarios. A través del estudio de casos, el trabajo de campo y la aplicación de herramientas de gestión con diversos actores sociales, el alumnado fortalece competencias para el diseño, la implementación y la evaluación de programas de manejo de vida silvestre. De esta manera, las y los participantes desarrollan la capacidad de proponer estrategias de conservación, mitigación y adaptación ante problemáticas ambientales, desde una perspectiva científica, ética y socialmente responsable. Se ubica en etapa terminal con carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Sistemas Socioecológicos.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la complejidad de la interacción entre sistemas naturales y dinámicas sociales con el propósito de integrar principios de ecología, conservación y gestión de recursos desde enfoques inter y transdisciplinarios, para diseñar e implementar estrategias innovadoras de manejo y conservación de la vida silvestre en socioecosistemas, orientadas al aprovechamiento sostenible, la mitigación de impactos y la adaptación ante los cambios ambientales, en un marco de compromiso ético, responsabilidad social y resiliencia socioambiental.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto integrador de conservación (plan de manejo que deberá incluir: descripción socioeconómica y biológica del área de estudio y especies de interés, programa operativo anual, indicadores de éxito, zonificación, así como de ser necesario, la solicitud de colector científico y solicitud de registro de UMA o PIMVS).

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Interculturalidad Crítica

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos del manejo de la vida silvestre

Competencia

Analizar críticamente los fundamentos históricos, teóricos y ecológicos del manejo de la vida silvestre, mediante la integración de conceptos de ecología básica y aplicada y la comprensión de la dinámica de los sistemas socioecológicos, para establecer bases sólidas en el diseño de estrategias de conservación y manejo con enfoque integral, promoviendo un compromiso ético y responsabilidad social.

Contenido

- 1.1. Historia y enfoques de la conservación: vida silvestre, manejo de recursos y ecosistemas
- 1.2. Ecología básica y aplicada: poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes
- 1.3. Sistemas socioecológicos: conceptos, dinámicas naturales y sociales

Duración:

06 horas

Unidad II. Dimensión social y cultural de la vida silvestre

Competencia

Evaluar el papel de los conocimientos tradicionales, las dinámicas sociales y los modelos de gobernanza en el manejo de la vida silvestre, mediante la integración de la participación comunitaria, la educación ambiental y la comunicación de la ciencia, para fortalecer estrategias de gestión socioecológica que promuevan respeto a la diversidad cultural, equidad, solidaridad y ética.

Contenido

- 2.1. Conocimientos tradicionales y saberes locales de la vida silvestre
- 2.2. Dinámicas sociales y modelos de gobernanza para el manejo de los recursos naturales
- 2.3. Comunicación de la ciencia

Duración:

06 horas

Unidad III. Marcos normativos e institucionales***Competencia***

Aplicar el marco normativo, institucional y los convenios internacionales sobre el manejo de la vida silvestre, mediante la formulación de propuestas de conservación y gestión que cumplan con la legislación vigente, para promover la legalidad, la transparencia, la cooperación, la corresponsabilidad social y el compromiso ético con la justicia ambiental.

Contenido

- 3.1. Políticas y legislación ambiental en México (LGEEPA, LGVS)
- 3.2. Instituciones y programas de conservación (UICN, CONABIO, CONANP)
- 3.3. Convenios internacionales (CITES, CBD, ODS's)

Duración:

06 horas

Unidad IV. Herramientas y metodologías de manejo***Competencia***

Diseñar metodologías de monitoreo biológico y participativo, integrando principios éticos y legales, esquemas de gestión adaptativa y análisis de riesgos, para generar información confiable que oriente decisiones de conservación y manejo sustentable, promoviendo honestidad científica, responsabilidad social, prevención, precaución y respeto a los ecosistemas.

Contenido

- 4.1. Aspectos éticos y legales para el manejo de vida silvestre
- 4.2. Monitoreo biológico: diseño y técnicas
- 4.3. Monitoreos participativos
- 4.4. Gestión adaptativa: planeación y evaluación.
- 4.5. Análisis de riesgos: cambio climático, invasiones biológicas, pérdida de hábitat

Duración:

06 horas

Unidad V. Aplicación de estrategias de conservación y manejo de vida silvestre**Competencia**

Implementar estrategias de conservación y manejo de vida silvestre a nivel local y regional, considerando la conservación in situ y ex situ, el funcionamiento de UMA, PIMVS y Áreas Naturales Protegidas, así como la protección de especies clave y endémicas, para promover la resiliencia socioecológica y la adaptación frente a impactos ambientales y cambio climático, fomentando ética profesional, responsabilidad social, respeto a la vida silvestre y compromiso con la sostenibilidad.

Contenido

- 5.1. Herramientas de manejo y conservación (conservación basada en evidencias, genética de la conservación y otras)
- 5.2. Conservación in situ y ex situ
- 5.3. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre y Predios o Instalaciones que Manejan Vida Silvestre
- 5.4. Manejo de áreas naturales protegidas: planeación, POA, zonificación, restauración
- 5.5. Conservación de especies clave y endémicas (ejemplos regionales: borrego cimarrón, cóndor de California, ballena gris)

Duración:

08 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**Unidad I. Fundamentos del manejo de la vida silvestre****Práctica 1: Concepto integrador de manejo de vida silvestre****Duración:**

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Recopila información sobre conceptos de manejo de vida silvestre
3. Analiza conceptos y definiciones de manejo de vida silvestre
4. Integra/adapta un concepto contemporáneo de manejo de vida silvestre
5. Elabora una infografía del concepto actualizado

Recursos de apoyo:

- Lecturas asignadas
- Artículos clásicos y actualizados
- Programas de elaboración de infografías

Práctica 2. Historia y enfoques del manejo de vida silvestre**Duración:**

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora una línea del tiempo crítica de los enfoques del manejo de vida silvestre internacional, nacional y regional
3. Identifica hitos que integren aspectos sociales y ecológicos
4. Discute en grupos cómo estos cambios influyen en el diseño de estrategias actuales.
5. Presenta un esquema gráfico

Recursos de apoyo:

- Lecturas asignadas
- Artículos clásicos y actualizados
- Programas de elaboración de infografías

Unidad II. Dimensión social y cultural de la vida silvestre**Práctica 3. Conocimientos tradicionales y manejo comunitario****Duración:**

3 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Revisa un caso documentado de manejo comunitario de fauna (ej. UMA comunitaria, reservas indígenas)
3. Analiza los saberes locales y compáralos con el conocimiento científico
4. Elabora un cuadro comparativo de fortalezas y debilidades
5. Presenta conclusiones en plenario

Recursos de apoyo:

- Lecturas científicas
- Etnográficas

Práctica 4. Modelos de gobernanza**Duración:**

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Desarrolla una dinámica de roles (gobierno, comunidad, ONG, academia, empresa)
3. Negocia la gestión de una especie silvestre en conflicto.
4. Documenta los acuerdos y desacuerdos alcanzados
5. Formula un modelo de gobernanza

Recursos de apoyo:

- Guías de simulación
- Fichas de rol

Unidad III. Marcos normativos e institucionales**Práctica 5. Análisis comparativo de leyes ambientales****Duración:**

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Revisa la LGEEPA y la LGVS, comparándolas con un convenio internacional (ej. CITES)
3. Identifica convergencias, vacíos y contradicciones
4. Elabora un cuadro comparativo
5. Redacta un análisis crítico
6. Presenta sus resultados en una exposición grupal

Recursos de apoyo:

- Textos normativos
- Internet, computadora y proyector

Práctica 6. Mapa de instituciones y programas institucionales**Duración:**

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Identifica instituciones clave (eje. UICN, CONANP, CONABIO)
3. Elabora un mapa institucional que muestre roles, alcances y vínculos
4. Discute cómo estas instituciones influyen en el manejo local y regional
5. Entrega un informe grupal

Recursos de apoyo:

- Computadora
- Programa de elaboración de infografías o ilustración
- Lecturas asignadas y bibliografía digital

Unidad IV. Herramientas y metodologías de manejo**Práctica 7. Diseño de protocolos de monitoreo****Duración:**

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Diseña un protocolo de monitoreo biológico para una especie silvestre
3. Define objetivos, indicadores, métodos (cámaras trampa, trampas, transectos, métodos bioacústicos)
4. Plantea un programa de monitoreo
5. Presenta en plenaria

Recursos de apoyo:

- Manuales de técnicas
- Software estadístico
- Material audiovisual

Práctica 8. Análisis de riesgo en socioecosistemas**Duración:**

03 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Evalúa un socioecosistema con riesgo (ej. invasiones biológicas, pérdida de hábitat)
3. Identifica especies en riesgo o amenazadas
4. Diseña matriz de riesgo
5. Propone medidas de mitigación y adaptación
6. Entrega informe técnico

Recursos de apoyo:

- Artículos científicos
- Guías de riesgo
- Hojas de cálculo

Unidad V. Aplicación de estrategias de conservación y manejo de vida silvestre**Práctica 9. Estrategias de conservación in situ y ex situ****Duración:**

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Selecciona una especie clave o endémica
3. Diseña una estrategia combinada de conservación in situ y ex situ
4. Incluye planes de restauración y propuestas de zonificación
5. Socializa en plenaria

Recursos de apoyo:

- Documentos técnicos (eje. SEMARNAT, CONANP, CONAFOR)
- Computadora y proyector

Práctica 10. Diseño de un plan operativo anual**Duración:**

04 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora un Programa Operativo Anual (POA) para una UMA o Área natural protegida ficticia
3. Incluye objetivos, metas, indicadores y cronograma
4. Presenta resultados y recibe retroalimentación

Recursos de apoyo:

- Formatos de CONANP
- Procesadores de texto y hojas de cálculo

IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**Unidad IV. Herramientas y metodologías de manejo****Práctica 1: Monitoreo de vida silvestre****Duración:**

16 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de trabajo de campo
3. Aplica las técnicas e instrumentos para la recolección de datos
4. Integra los resultados y elabora un reporte técnico para su docente

Recursos de apoyo:

- Trampas Sherman
- Redes de niebla
- Detectores acústicos
- Cámaras trampa con sensor infrarrojo
- Básculas portátiles
- Calibradores
- Guantes de manipulación
- Geoposicionadores
- Bitácoras de campo

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Prácticas de campo
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales	20%
- Evidencia de taller	30%
- Exposición oral	10%
- Proyecto integrador de conservación	40%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Challenger, A., & Caballero, J. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Eaton-González, R., Guevara Carrizales, A. A., & Tapia Mercado, J. (Coords.). (2017). *Estudios sobre el borrego cimarrón en el noroeste de México*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Hernández Valdivia, J. I. (2008). *Diagnóstico de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de Baja California, México* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Baja California.
- Martínez Segura, N. B. (2014). *Análisis de gobernanza en las áreas naturales protegidas de la península de Baja California* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Baja California.
- Retana Guiascón, Ó. G. (2006). *Fauna silvestre de México: aspectos históricos de su gestión y conservación*. Universidad Autónoma de Campeche; Fondo de Cultura Económica.
- Reyes Rincón, C. A. (2025). *Resiliencia de sistemas socio-ecológicos: análisis de potenciales interacciones entre pesca industrial y tortugas marinas en la zona media del Golfo de California* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Baja California.
- Rodríguez Cardozo, L. (2014). *Evaluación de la sustentabilidad en las áreas naturales protegidas en México* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Baja California.
- Ruiz Campos, G., et al. (2014). *Manual de técnicas selectas para la evaluación de poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético en Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Valdez, R., & Ortega-S., J. A. (Eds.). (2014). *Ecología y manejo de fauna silvestre en México*. Montecillo, Estado de México: Colegio de Postgraduados.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Andrade, G. I., & Navarrete, D. (2020). Conservation in Latin America: Advances and challenges. *Environmental Science & Policy*, 112, 17–25.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2016). *Términos de referencia para la elaboración de los programas de conservación y manejo*. CONANP. Recuperado de https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/TERMINOS%20DE%20REF-PAGINA.pdf.
- Council of the American Ornithological Society. (2023). *Guidelines to the use of wild birds in research* (4th ed.). American Ornithological Society.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press.
- Leopold, A. S. (1959). *Fauna silvestre de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables [clásica]
- National Centre for the Replacement, Refinement and Reduction of Animals in Research. (2022). *Wildlife research: Applying the 3Rs*. NC3Rs.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press [clásica]

XIV. PERFIL DOCENTE

Formación de posgrado (maestría o doctorado preferentemente) en Ciencias Biológicas, Ambientales o áreas afines, con experiencia en investigación, monitoreo y conservación de vida silvestre, así como en gestión de recursos naturales en contextos socioecológicos. Debe aplicar enfoques inter y transdisciplinarios para guiar al estudiantado en la evaluación crítica y en el diseño de estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación frente a impactos ambientales, promoviendo ética profesional, responsabilidad social y respeto por la biodiversidad.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Biología Sintética
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 04 Horas Extra-clase: 02 Créditos:08
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Manuel Alejandro Carballo Amador Julio Enrique Valencia Suárez Carlos Alberto Flores López
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Biología Sintética forma parte del área de conocimiento Biología Molecular en la etapa terminal, con carácter optativo, del plan de estudios. Su importancia radica en la integración de los conocimientos adquiridos previamente en Biología Molecular, Genética y Biotecnología para el diseño racional y la construcción de sistemas biológicos artificiales o modificados con fines de investigación, diagnóstico o aplicación industrial. El estudiantado desarrollará competencias orientadas al ensamble y caracterización de circuitos genéticos, expresión y purificación de proteínas recombinantes, análisis estructural asistido por cómputo y aplicación de metodologías emergentes como CRISPR-Cas9, despliegue en fagos y evolución dirigida, fortaleciendo su pensamiento crítico, la responsabilidad ética y el trabajo colaborativo en contextos experimentales reales. Como requisito previo para cursar, se recomienda contar con conocimientos y habilidades de biología molecular y bioinformática.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar principios y técnicas avanzadas de biología sintética en el diseño, construcción y validación de sistemas biológicos mediante el uso de herramientas de biología molecular, ingeniería genética y análisis *in silico*, con rigor científico, responsabilidad ética y actitud crítica ante la interpretación de resultados.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Elaboración de un proyecto de biología sintética que incluya el diseño, ejecución y análisis de un sistema genético o proteico. El producto final se presentará en formato de reporte técnico o artículo corto, sustentado con registros de laboratorio, resultados experimentales y análisis *in silico*.

Bitácora de registro individual del desarrollo de las prácticas de laboratorio, donde se valorará la aplicación responsable de técnicas avanzadas de biología molecular, la ejecución de procedimientos con trazabilidad y bioseguridad, así como la interpretación y comunicación de resultados obtenidos durante el curso.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia, innovación social, vanguardia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos y diseño conceptual en Biología Sintética

Competencia

Aplicar principios conceptuales y metodológicos de la biología sintética en el análisis y diseño de constructos genéticos básicos, con el apoyo de criterios de diseño, compatibilidad funcional y herramientas *in silico*, con el propósito de establecer las bases que permitan la construcción de sistemas biológicos, con responsabilidad profesional, rigor científico y pensamiento crítico.

Contenido

- 1.1. Fundamentos conceptuales de la biología sintética
 - 1.1.1. Historia, evolución y alcances de la biología sintética
 - 1.1.2. Conceptos fundamentales: modularidad, estandarización, ortogonalidad y abstracción
 - 1.1.3. Niveles de organización: partes, dispositivos y sistemas
 - 1.1.4. Diferencias entre ingeniería genética, biotecnología y biología sintética
- 1.2. Elementos que conforman un constructo genético
 - 1.2.1. Promotores constitutivos e inducibles
 - 1.2.2. Operadores, regiones UTR y terminadores
 - 1.2.3. Regulación de la expresión
- 1.3. Diseño *in silico* y análisis previo al ensamblaje
 - 1.3.1. Diseño y anotación de constructos en programas especializados
 - 1.3.2. Optimización de secuencias: ORF, uso de codones, eliminación de sitios no deseados
 - 1.3.3. Predicción de estructuras secundarias indeseadas
 - 1.3.4. Simulación de ensamblajes y validación teórica
- 1.4. Bioseguridad y aspectos éticos en biología sintética
 - 1.4.1. Niveles de bioseguridad pertinentes
 - 1.4.2. Identificación de riesgos y estrategias de mitigación
 - 1.4.3. Dilemas éticos en el diseño de sistemas biológicos
 - 1.4.4. Normatividad y regulación aplicable

Duración

04 horas

Unidad II. Construcción y validación experimental de circuitos genéticos

Competencia

Implementar métodos de ensamblaje y verificación molecular en la construcción y confirmación de circuitos genéticos diseñados previamente, mediante técnicas de biología molecular y control experimental, a fin de obtener constructos funcionales y trazables, con precisión, responsabilidad profesional y pensamiento analítico.

Contenido

- 2.1. Métodos de ensamblaje genético

- 2.1.1. Ensamble por sobreposición: fundamentos y aplicaciones
- 2.1.2. Ensamble Gibson: parámetros críticos y diseño de solapamientos
- 2.1.3. Golden Gate: modularidad, enzimas de tipo IIS y estandarización
- 2.1.4. Criterios de selección entre métodos de ensamblaje
- 2.1.5. Controles para minimizar errores y fallas de construcción
- 2.2. Construcción física del circuito genético
 - 2.2.1. Preparación y uso de células competentes
 - 2.2.2. Transformación bacteriana y selección en placa
 - 2.2.3. Recuperación de colonias y registro experimental
 - 2.2.4. Factores experimentales que afectan la eficiencia del ensamblaje
- 2.3. Verificación molecular del constructo
 - 2.3.1. PCR de colonia: diseño de oligonucleótidos, confirmación de presencia/ausencia
 - 2.3.2. Miniprep y análisis de pureza de plásmidos
 - 2.3.3. Digestión diagnóstica e interpretación de bandas
 - 2.3.4. Comparación entre diseño *in silico* y resultado experimental
- 2.4. Caracterización inicial del circuito construido
 - 2.4.1. Ensayos básicos de expresión (fluorescencia o color)
 - 2.4.2. Curvas simples de inducción
 - 2.4.3. Identificación de fallas de diseño o construcción
 - 2.4.4. Retroalimentación dentro del ciclo DBTL

Duración

06 horas

Unidad III. Expresión y caracterización de proteínas recombinantes

Competencia

Examinar la expresión y el análisis de proteínas recombinantes en la obtención, cuantificación y evaluación de proteínas de interés, mediante el uso de sistemas bacterianos, métodos de inducción, técnicas de separación y detección, a fin de interpretar su rendimiento y funcionalidad, con precisión experimental, responsabilidad profesional y pensamiento crítico.

Contenido

- 3.1. Sistemas de expresión recombinante en bacterias
 - 3.1.1. Cepas bacterianas para expresión recombinante
 - 3.1.2. Vectores de expresión: promotores, etiquetas, marcadores de selección
 - 3.1.3. Inducción por IPTG vs autoinducción: principios, ventajas y limitaciones
 - 3.1.4. Factores que determinan el rendimiento y la solubilidad de la proteína
- 3.2. Métodos de lisis y preparación de extractos celulares
 - 3.2.1. Sonicación: parámetros críticos, control térmico y seguridad
 - 3.2.2. Lisis química y enzimática: características y aplicaciones
 - 3.2.3. Separación de fracciones soluble e insoluble
 - 3.2.4. Identificación de proteínas en cuerpos de inclusión
- 3.3. Purificación y análisis de proteínas recombinantes
 - 3.3.1. Purificación por afinidad a níquel (Ni-NTA): fundamentos y controles

- 3.3.2. Protocolos de unión, lavado y elución
- 3.3.3. SDS-PAGE: preparación, corrida e interpretación de perfiles de proteínas
- 3.3.4. Western blot: transferencia, detección y verificación de identidad proteica
- 3.4. Cuantificación y evaluación funcional
 - 3.4.1. Cuantificación de proteínas: absorbancia, fluorescencia o métodos colorimétricos
 - 3.4.2. Análisis de pureza y estimación de rendimiento
 - 3.4.3. Evaluación de actividad funcional básica
 - 3.4.4. Uso de controles experimentales para validar resultados
- 3.5. Resolución de problemas en expresión recombinante
 - 3.5.1. Estrategias para mejorar solubilidad
 - 3.5.2. Identificación de errores comunes en expresión y purificación

Duración

08 horas

Unidad IV. Diseño racional, bibliotecas y evolución dirigida de proteínas

Competencia

Diseñar variantes proteicas con apoyo de principios de ingeniería racional, estrategias de diversificación, métodos computacionales, técnicas de mutagénesis y enfoques de evolución dirigida, para analizar su estabilidad, estructura y afinidad, a fin de seleccionar proteínas con propiedades mejoradas o novedosas, con responsabilidad profesional, rigor científico y pensamiento crítico.

Contenido

- 4.1. Fundamentos del diseño racional de proteínas
 - 4.1.1. Relación estructura–función y determinantes de estabilidad
 - 4.1.2. Mutaciones puntuales dirigidas: sustituciones conservadoras y no conservadoras
 - 4.1.3. Fusión de dominios funcionales y construcción de proteínas quiméricas
 - 4.1.4. Diseño de proteínas *de novo*: principios y aplicaciones
- 4.2. Análisis estructural y predicción asistida por cómputo
 - 4.2.1. Introducción a AlphaFold y herramientas equivalentes
 - 4.2.2. Visualización y comparación estructural
 - 4.2.3. Evaluación de estabilidad proteica
 - 4.2.4. Predicción de afinidad, interacción y estabilidad energética mediante herramientas especializadas
 - 4.2.5. Integración del análisis computacional con el diseño experimental
- 4.3. Generación de diversidad proteica
 - 4.3.1. Mutagénesis sitio-dirigida
 - 4.3.2. PCR de baja fidelidad como estrategia de mutagénesis global
 - 4.3.3. Diseño y construcción de bibliotecas de variantes
- 4.4. Evolución dirigida de proteínas
 - 4.4.1. Principios de evolución dirigida: mutación, selección y amplificación
 - 4.4.2. Estrategias de selección y cribado
 - 4.4.3. Indicadores de actividad mejorada

- 4.4.4. Iteración y refinamiento dentro del ciclo evolutivo
- 4.5. Selección basada en despliegue en fagos (Phage Display)
 - 4.5.1. Fundamentos del sistema M13 y proteínas de presentación (pIII/pVIII)
 - 4.5.2. Construcción de bibliotecas para Phage Display
 - 4.5.3. Selección por afinidad y enriquecimiento
 - 4.5.4. Validación de unión mediante ensayos tipo ELISA o alternativas semicuantitativas
- 4.6. Integración del diseño computacional y experimental
 - 4.6.1. Priorización de mutantes para validación
 - 4.6.2. Comparación entre predicciones *in silico* y resultados experimentales
 - 4.6.3. Identificación de mutantes mejorados

Duración

08 horas

Unidad V. Edición genética y aplicaciones avanzadas de la Biología Sintética

Competencia

Aplicar herramientas de edición genética y enfoques de biología sintética avanzada en la modificación, regulación y detección de material genético, con apoyo de sistemas CRISPR, estrategias de diseño de guías, métodos de validación y análisis funcional, a fin de comprender y evaluar aplicaciones biomédicas, ambientales e industriales, con responsabilidad científica, ética profesional y pensamiento crítico.

Contenido

- 5.1. Fundamentos de la edición genética
 - 5.1.1. Conceptos clave: dianas genómicas, PAM, especificidad y eficiencia
 - 5.1.2. Componentes y organización de los sistemas CRISPR-Cas
 - 5.1.3. Diferencias entre corte, edición y regulación génica (CRISPRi/CRISPRa)
 - 5.1.4. Limitaciones, riesgos y consideraciones éticas de la edición genética
- 5.2. Diseño racional para CRISPR-Cas9
 - 5.2.1. Selección de dianas y diseño de guías (gRNA)
 - 5.2.2. Evaluación *in silico* de especificidad y sitios fuera de objetivo (off-target)
 - 5.2.3. Construcción de vectores CRISPR y selección de promotores
- 5.3. Implementación experimental de CRISPR
 - 5.3.1. Transformación, selección y expresión del sistema CRISPR
 - 5.3.2. Identificación de ediciones por PCR, digestión o secuenciación
 - 5.3.3. Análisis fenotípico y funcional de ediciones exitosas
 - 5.3.4. Controles experimentales para validar resultados
- 5.4. CRISPR para diagnóstico y biosensado
 - 5.4.1. Sistemas de detección basados en CRISPR: principios y aplicaciones
 - 5.4.2. Métodos de lectura por fluorescencia o cambios colorimétricos
 - 5.4.3. Aplicaciones en enfermedades infecciosas y monitoreo ambiental
 - 5.4.4. Evaluación de sensibilidad, especificidad y limitaciones
- 5.5. Aplicaciones avanzadas de la biología sintética
 - 5.5.1. Biología mínima y genomas sintéticos

- 5.5.2. Xenobiología: bases expandibles, codones no naturales y biología ortogonal
- 5.5.3. Biosensores celulares y dispositivos de respuesta ambiental
- 5.5.4. Biología sintética para biorremediación y degradación de contaminantes (PET, hidrocarburos, metales)
- 5.5.5. Expresión recombinante para vacunas, nanobiotecnología y terapias emergentes
- 5.6. Evaluación crítica de impactos y riesgos
 - 5.6.1. Implicaciones éticas, regulatorias y sociales de la edición genética
 - 5.6.2. Evaluación de riesgo biológico y bioseguridad
 - 5.6.3. Regulación, marcos normativos y criterios de acceso responsable
 - 5.6.4. Discusión de casos reales en salud, ambiente e industria

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I: Fundamentos y diseño conceptual en Biología Sintética

Práctica 1: Introducción al laboratorio de biología sintética y normas de bioseguridad

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Participa en la introducción general al laboratorio, las normas de bioseguridad y las reglas de trabajo experimental
3. Identifica áreas de trabajo, equipos, materiales y flujos experimentales que se usarán en el semestre
4. Revisa el uso adecuado de equipo de protección personal y las medidas de contención pertinentes
5. Aprende el formato de bitácora y realiza tu primer registro experimental
6. Discute la importancia de la trazabilidad, la ética del registro y el cumplimiento normativo en experimentación biológica
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Reglamento de seguridad y manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Bitácora o cuaderno de laboratorio
- Proyector o material visual de apoyo

Práctica 2: Cálculos, preparación y etiquetado de soluciones de uso básico en Biología Sintética

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Revisa conceptos de concentración, unidades, molaridad y diluciones aplicadas a soluciones típicas de biología molecular
3. Realiza cálculos para preparar amortiguadores, antibióticos y sales utilizados en procesos posteriores (transformación, cultivos y purificaciones)
4. Prepara las soluciones asignadas, verificando medidas, volúmenes y exactitud
5. Ajusta pH y volumen final conforme a especificaciones técnicas
6. Etiqueta correctamente el material preparado y regístralo en tu bitácora experimental
7. Resuelve los ejercicios asignados por su docente
8. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio
- Bitácora o cuaderno de laboratorio
- Equipo básico de laboratorio (balanza, potenciómetro, pipetas, cristalería)
- Reactivos para preparación de soluciones

Práctica 3: Esterilización y preparación de medios de cultivo para trabajos de Biología Sintética

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Conoce y comprende los principios de esterilización física y química aplicados al trabajo con bacterias
3. Prepara medios de cultivo líquidos y sólidos de uso común (LB, SOC, agar nutritivo)
4. Distribuye y etiqueta el material estéril para las prácticas de ensamblaje, transformación y expresión recombinante
5. Registra en bitácora cada preparación, fecha, lote y destino experimental
6. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Autoclave o sistema de esterilización disponible
- Material y reactivos para preparación de medios
- Bata de laboratorio y bitácora

Unidad II: Construcción y validación experimental de circuitos genéticos

Práctica 4: Preparación de células químicamente competentes de *Escherichia coli*

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Revisa los fundamentos de la competencia celular y su importancia en la introducción de ADN exógeno
3. Inicia el cultivo de una cepa de *E. coli* seleccionada y monitorea su crecimiento hasta alcanzar la fase logarítmica
4. Trata las células con una solución de cloruro de calcio (CaCl_2) o solución de transformación equivalente para inducir la competencia
5. Lava, almacena y rotula los tubos con las células competentes que se usarán en prácticas posteriores
6. Registra observaciones, temperatura, tiempo y volúmenes en tu bitácora
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio
- Bitácora o cuaderno de laboratorio
- Cepas de *E. coli*
- Equipo y reactivos de laboratorio

Práctica 5: Transformación química de *Escherichia coli*

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Comprende el principio de la transformación bacteriana y la función del choque térmico
3. Mezcla las células competentes preparadas con un plásmido de ADN portador de un marcador seleccionable
4. Realiza el tratamiento de choque térmico y recupera las células en medio de cultivo sin antibiótico
5. Siembra en placas con medio selectivo y etiqueta correctamente
6. Incuba y observa el crecimiento de colonias transformadas en la siguiente sesión, anotando el número aproximado de colonias y cualquier observación relevante
7. Registra los resultados en la bitácora de laboratorio
8. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio
- Bitácora o cuaderno de laboratorio
- Células competentes preparadas en la práctica anterior
- Plásmidos con genes de proteínas fluorescentes
- Cabina de flujo laminar o área estéril

Práctica 6: PCR de colonia y verificación de transformación

Duración

08 horas

Procedimiento

Sesión 1:

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Selecciona colonias candidatas utilizando criterios establecidos previamente
3. Transfiere una porción de cada colonia a reacciones de PCR de colonia y siembra una réplica en placa o medio líquido según indicaciones
4. Prepara las mezclas de PCR conforme a los oligonucleótidos y controles asignados
5. Coloca las reacciones en el termociclador y registra las condiciones del programa utilizado
6. Documenta en la bitácora las muestras procesadas, controles empleados y cualquier observación relevante
7. Recibe retroalimentación docente

Sesión 2:

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Corre los productos de PCR en un gel de agarosa empleando las condiciones indicadas
3. Visualiza los resultados y registra el patrón de bandas obtenido para cada colonia
4. Compara el tamaño esperado con el obtenido para confirmar presencia o ausencia del fragmento deseado
5. Interpreta los resultados, discute posibles causas de fallas y selecciona las colonias que pasarán a miniprep
6. Registra conclusiones y observaciones finales en la bitácora
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Termociclador, micropipetas, reactivos de PCR
- Gel de agarosa, electroforesis y sistema de visualización
- Bata de laboratorio y bitácora

Práctica 7: Extracción y purificación de plásmidos (Miniprep)

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Revisa los principios básicos de la extracción alcalina de ADN plasmídico y las diferencias entre ADN genómico y plasmídico
3. Selecciona las colonias transformadas de la unidad anterior y cultívalas en medio líquido con antibiótico
4. Realiza la lisis celular controlada y recuperación del ADN plasmídico mediante precipitación con sales y alcohol
5. Disuelve el ADN purificado en amortiguador adecuado y conserva una alícuota para análisis posterior
6. Registra en la bitácora los resultados de la práctica
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Bata de laboratorio
- Bitácora o cuaderno de laboratorio
- Cultivos de *E. coli* transformadas
- Equipo y reactivos de laboratorio

Unidad III: Expresión y caracterización de proteínas recombinantes

Práctica 8: Inducción de expresión de proteínas recombinantes en *E. coli*

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Revisa los principios de expresión recombinante y el papel del promotor T7 y de los inductores
3. Prepara cultivos de *E. coli* transformados con plásmidos que contienen proteínas fluorescentes o etiquetadas con 6xHis
4. Induce la expresión utilizando IPTG o medio de autoinducción, registrando las condiciones asignadas (temperatura, tiempo, concentración de inductor)
5. Monitorea el crecimiento y realiza observaciones sobre cambios visibles (fluorescencia, turbidez, precipitados)
6. Conserva alícuotas de los cultivos para las prácticas de lisis y purificación
7. Registra los datos de crecimiento y observaciones de la expresión en la bitácora
8. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Cultivos transformados de *E. coli*
- Medios de inducción, IPTG o medio autoinducible
- Agitadora-incubadora, micropipetas y material de cultivo
- Bata de laboratorio y bitácora

Práctica 9: Lisis celular y obtención de extractos para análisis proteico

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Centrifuga los cultivos inducidos para obtener el pellet celular
3. Resuspende las células en amortiguador de lisis bajo condiciones controladas
4. Realiza la ruptura celular mediante sonicación, manteniendo el control térmico adecuado
5. Separa las fracciones soluble e insoluble por centrifugación
6. Conserva las fracciones para correrlas en SDS-PAGE y/o purificación
7. Registra en la bitácora los parámetros clave: tiempo, número de pulsos, temperatura y volumen
8. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Sonicador, hielo, centrífuga
- Amortiguador de lisis, microtubos y pipetas
- Bata de laboratorio y bitácora

Práctica 10: Purificación por afinidad a níquel (Ni-NTA) de una proteína 6xHis

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Revisa el fundamento de la purificación por afinidad mediante resinas Ni-NTA
3. Equilibra la resina con el amortiguador correspondiente
4. Incuba la fracción soluble con la resina para unir la proteína con etiqueta 6xHis
5. Realiza lavados controlados para eliminar proteínas no específicas
6. Eluye la proteína purificada con un agente competidor apropiado
7. Conserva fracciones de unión, lavado y elución para análisis posterior
8. Registra las observaciones experimentales en la bitácora
9. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Resina Ni-NTA o equivalente
- Amortiguadores de equilibrado, lavado y elución
- Centrífuga, micropipetas y tubos
- Bata de laboratorio y bitácora

Práctica 11: Análisis de fracciones purificadas mediante SDS-PAGE y/o Western blot

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Prepara las fracciones de unión, lavado y elución para análisis por SDS-PAGE
3. Corre los geles y visualiza las bandas correspondientes a cada etapa de la purificación
4. Si aplica, realiza transferencia para Western blot y detección específica
5. Compara la recuperación y pureza de la proteína en cada fracción
6. Integra los resultados en la bitácora para evaluar rendimiento, solubilidad y calidad de la expresión recombinante
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Sistema SDS-PAGE, reactivos de tinción, transferencia y detección
- Material de laboratorio estándar
- Bata de laboratorio y bitácora

Unidad IV: Diseño racional, bibliotecas y evolución dirigida de proteínas

Práctica 12: Diseño racional de mutantes y análisis estructural asistido por cómputo

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Revisa los principios del diseño racional de mutaciones basadas en estructura–función
3. Analiza la estructura tridimensional de la proteína asignada mediante una herramienta de predicción o visualización estructural
4. Identifica residuos candidatos para sustitución, considerando estabilidad, accesibilidad, carga o posibles interacciones
5. Propone mutaciones puntuales con base en hipótesis funcionales
6. Registra las mutaciones seleccionadas y justifica su posible efecto en la bitácora
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Herramienta de predicción/visualización estructural de proteínas
- Computadora, cuaderno de laboratorio, pizarrón o proyector

Práctica 13: Mutagénesis sitio-dirigida para generar variantes proteicas

Duración

08 horas

Procedimiento

Sesión 1:

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Revisa los fundamentos de la mutagénesis sitio-dirigida y el diseño de oligonucleótidos específicos
3. Diseña las parejas de oligos que introducen las mutaciones seleccionadas en la práctica anterior
4. Prepara las reacciones de amplificación siguiendo un esquema de mutagénesis
5. Incuba las reacciones en el termociclador con el programa asignado
6. Registra condiciones (temperatura, ciclos, composición) y prepara las muestras para la transformación en la bitácora
7. Recibe retroalimentación docente

Sesión 2:

1. Transforma células competentes con los productos de mutagénesis
2. Selecciona colonias candidatas en medio con antibiótico
3. Evalúa expresión inicial mediante fluorescencia o características visibles (según la proteína modelo)
4. Selecciona colonias que muestren cambios en intensidad, color o comportamiento esperado
5. Registra observaciones sobre diferencias fenotípicas entre variantes en la bitácora
6. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Termociclador, micropipetas, reactivos de PCR
- Oligonucleótidos diseñados
- Células competentes preparadas previamente
- Cabina estéril, placas con antibiótico, material de cultivo
- Plásmidos mutados y células competentes

Unidad V: Edición genética y aplicaciones avanzadas de la Biología Sintética

Práctica 14: Edición genética basada en CRISPR en un sistema bacteriano modelo

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las indicaciones docentes
2. Revisa los principios del corte doble (DSB) y sus consecuencias en bacterias

3. Transforma *E. coli* con un plásmido que exprese Cas9 y la guía diseñada o una guía de control
4. Selecciona las transformantes en medio con antibiótico
5. Observa cambios fenotípicos asociados a la edición (por ejemplo, pérdida de color o fluorescencia, según el sistema empleado)
6. Registra diferencias entre guías activas y controles en la bitácora
7. Recibe retroalimentación docente

Recursos de apoyo

- Células competentes
- Plásmidos CRISPR (Cas9 + gRNA)
- Cabina estéril, placas de selección, material de cultivo

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Discusión guiada
- Método de proyectos
- Técnica expositiva

Estrategia de aprendizaje

- Cuadros comparativos
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Infografías
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Mapas conceptuales
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo

XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

Evaluaciones parciales	30%
Prácticas de laboratorio	20%
Proyecto final de Biología Sintética	25%
Bitácora de registro individual de prácticas	25%
Total	100%

XIII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Alberts, B. (2023). *Essential cell biology*. W. W. Norton and Company, Inc.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., y Walter, P. (2015). *Biología Molecular de la Célula* (6ª ed.). Editorial Médica Panamericana [clásica]
- Benarous, K. (2023). *Prácticas en bioinformática: Estudio y visualización de algunas estructuras proteicas*. Scienciacscripts. ISBN: 9786206038979 / 9786202279789.
- Brown, T. A. (2020). *Gene Cloning and DNA Analysis: An Introduction* (8th ed.). Wiley.
- Glick, B. R., & Patten, C. L. (2022). *Molecular biotechnology: Principles and applications of recombinant DNA* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Green, M. R., & Sambrook, J. (2012). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual* (4th ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press [clásica]
- Hong, S.-B., Rashid, M. B., & Santiago-Vazquez, L. Z. (2017). *Methods in biotechnology*. Wiley blackwell [clásica]
- Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., Martin, K. C., Yaffe, M. B., & Amon, A. (2023). *Biología celular y molecular* (9a ed.) [Recurso electrónico]. Editorial Reverté.
- Nelson, D. L., Lehninger, A. L., Cox, M. M., Cuchillo, C. M., Suau León, P., & Vendrell Roca, J. (2019). *Lehninger: Principios de bioquímica*. Editorial Médica Panamericana.
- Rapley, R. (Ed.). (2021). *Molecular biology and biotechnology* (7th ed.). Royal Society of Chemistry.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Baldwin, G., Bayer, T., Dickinson, R., Ellis, T., Freemont, P. S., Kitney, R., Polizzi, K., & Stan, G.-B. (2015). *Synthetic biology: A primer* (Revised ed.). Imperial College Press. ISBN-13: 978-1783268795. [clásica]
- Berman, H. M., Westbrook, J., Feng, Z., et al. (2000). The Protein Data Bank. *Nucleic Acids Research*, 28(1), 235–242. <https://www.rcsb.org> [clásica]
- Gibson, D. G., Young, L., Chuang, R. Y., Venter, J. C., Hutchison, C. A., & Smith, H. O. (2009). Enzymatic assembly of DNA molecules up to several hundred kilobases. *Nature Methods*. 6(5), 343-345. <https://doi.org/10.1038/nmeth.1318> [clásica]
- Goodsell, D. S. (2024). *Molecule of the Month*. RCSB Protein Data Bank. <https://pdb101.rcsb.org> (Recurso educativo de acceso abierto con material didáctico).
- Hughes, R. A., & Ellington, A. D. (2022). Advances in synthetic DNA assembly: An overview of techniques and applications. *Nature Reviews Chemistry*. 6, 75-89. <https://doi.org/10.1038/s41570-022-00456-9>
- Jensen, M. A., & Glazer, P. M. (2013). Gene editing: Toward precision and efficiency. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 41(4), 260-270. <https://doi.org/10.1002/bmb.20708> [clásica]
- Larson, M. H., Gilbert, L. A., Wang, X., Lim, W. A., Weissman, J. S., & Qi, L. S. (2013). CRISPR interference (CRISPRi) for sequence-specific control of gene expression. *Nature Protocols*. 8(11), 2180-2196. <https://doi.org/10.1038/nprot.2013.132> [clásica]
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2023). *GenBank and PubMed Databases*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- Turland, M. J., & Davies, J. (2019). Advances in molecular cloning: From basic research to biomedical applications. *Biotechnology Advances*, 37(5), 806-818. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.02.007> [clásica]

XIV. PERFIL DOCENTE

Profesional con grado de Licenciatura en Biología, Biología Molecular, Biotecnología o áreas afines, preferentemente con posgrado, con experiencia en docencia universitaria y manejo de técnicas de biología molecular y herramientas bioinformáticas. Se valoran habilidades pedagógicas para guiar prácticas de laboratorio y proyectos de aplicación en Biología Sintética con un enfoque ético, innovador y crítico en la enseñanza.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada.
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2026-2
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Biología de Sistemas
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 03 Horas Laboratorio: 03 Horas Extra-clase: 03 Créditos:09
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Julio Enrique Valencia Suárez Manuel Alejandro Carballo Amador Carlos Alberto Flores López Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La importancia de esta unidad de aprendizaje en la disciplina radica en integrar los conocimientos previos de biología molecular y genética bajo un enfoque holístico, permitiendo a cada estudiante transitar del reduccionismo al análisis de redes complejas. Su utilidad consiste en dotar a cada estudiante de habilidades para caracterizar topologías de redes biológicas y modelar dinámicas celulares con el uso de herramientas computacionales especializadas. Pertenece a la etapa terminal del plan de estudios, en el área de biología molecular, tiene carácter optativo y requiere que quien la cursa posea conocimientos básicos de biología molecular y bioquímica. Pertenece al área de conocimiento de Biología Molecular.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar las redes de interacción biológica y sus propiedades emergentes mediante el uso de teoría de grafos, modelado cinético y herramientas de software especializado para interpretar la robustez, adaptación y fisiología celular desde una perspectiva integradora, con pensamiento crítico, rigor científico y disposición al trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Reporte de Proyecto Final: Perfil de Sistema Biológico, basado en un artículo científico de referencia (Reverse Engineering a Paper). Este reporte escrito y estructurado deberá incluir:

- La reconstrucción de la topología de la red analizada (mapa de interacciones).
- El análisis de los motivos de red (bucles de retroalimentación) y su función lógica.
- Resultados de simulaciones in silico reproduciendo las perturbaciones descritas en el artículo.
- Conclusiones sobre la robustez del sistema.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y vanguardia

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. La perspectiva de redes en biología

Competencia

Caracterizar la estructura y topología de las redes biológicas mediante los fundamentos de la teoría de grafos y el uso de software de visualización para identificar componentes clave como nodos, aristas y hubs en sistemas moleculares, con orden y capacidad de análisis.

Contenido

- 1.1. Introducción al Pensamiento de Sistemas.
 - 1.1.1. La Biología en la era post-genómica: de listas de partes a redes funcionales.
 - 1.1.2. Límites del reduccionismo: por qué el todo es más que la suma de sus partes.
 - 1.1.3. Definición de propiedades emergentes (robustez, biestabilidad, oscilaciones).
- 1.2. Fundamentos de Redes.
 - 1.2.1. Topología vs. Dinámica.
 - 1.2.2. Tipos de redes biológicas: dirigidas, no dirigidas y ponderadas.
- 1.3. Arquitectura de las redes.
 - 1.3.1. Teoría de grafos básica para biólogos: grado, ruta y agrupamiento.
 - 1.3.2. Redes libres de escala y la Ley de Potencia.
 - 1.3.3. Robustez frente a fragilidad: el papel de los "hubs".

Duración

12 horas

Unidad II. Dinámica biológica y motivos de red

Competencia

Interpretar el comportamiento temporal de circuitos genéticos y bioquímicos a través de la lógica cinética y la simulación de motivos de red para comprender mecanismos de homeostasis y toma de decisiones celulares, con curiosidad científica y rigor.

Contenido

- 2.1. De mapas estáticos a modelos dinámicos.
 - 2.1.1. Lógica cinética básica y tasas de cambio (conceptos de ecuaciones diferenciales ordinarias).
 - 2.1.2. Introducción a la simulación computacional sin código (basada en GUI).
- 2.2. Motivos de red y funciones lógicas.
 - 2.2.1. Bucles de retroalimentación negativa: homeostasis, estabilidad y oscilaciones.
 - 2.2.2. Bucles de alimentación anticipada (Feed-forward): filtrado de ruido y detección de persistencia.
 - 2.2.3. Bucles de retroalimentación positiva: biestabilidad e interruptores irreversibles.

Duración

14 horas

Unidad III. Modelado metabólico y basado en restricciones

Competencia

Evaluar el flujo de materia y energía en sistemas celulares por medio del uso de modelos metabólicos a escala genómica y análisis de balance de flujos para predecir capacidades metabólicas y efectos de mutaciones, con responsabilidad y precisión.

Contenido

- 3.1. Reconstrucción metabólica.
 - 3.1.1. Modelos Metabólicos a Escala Genómica (GEMs).
 - 3.1.2. La matriz estequiométrica (S).
- 3.2. Análisis de Balance de Flujos (FBA).
 - 3.2.1. El estado estacionario y funciones objetivo (maximización de biomasa).
 - 3.2.2. Ingeniería metabólica *in silico*: delección de genes y letalidad sintética.

Duración

12 horas

Unidad IV. Modelado metabólico y basado en restricciones

Competencia

Integrar datos de alto rendimiento en modelos de redes a través del empleo de bases de datos públicas y literatura actual para proponer aplicaciones en biomedicina o biotecnología, con visión innovadora y ética profesional.

Contenido

- 4.1. Integración Multi-ómica.
 - 4.1.1. Superposición de datos transcriptómicos (RNA-seq) en redes de interacción.
 - 4.1.2. Redes de correlación vs. Redes de causalidad.
- 4.2. Aplicaciones avanzadas.
 - 4.2.1. Biología sintética: diseño de circuitos lógicos y osciladores.
 - 4.2.2. Medicina de Sistemas y farmacología de redes (descubrimiento de fármacos).

Duración

10 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. La perspectiva de redes en biología

Práctica 1: Visualización de redes de interacción proteína-proteína (PPI)

Duración:

09 horas

Procedimiento:

1. Atiende las orientaciones docentes sobre bases de datos de interacciones.
2. Selecciona un proceso biológico o enfermedad de interés.
3. Utiliza bases de datos públicas (ej. STRING, BioGRID) para obtener una lista de interacciones.
4. Importa los datos de interacción en el software Cytoscape.
5. Aplica diferentes algoritmos de layout (ej. Force-directed) para organizar la red visualmente.
6. Analiza la topología de la red para identificar los "hubs" (nodos con alto grado).
7. Mapea atributos funcionales (ej. Gene Ontology) a los nodos.
8. Exporta una imagen de alta resolución de la red y escribe un reporte breve de sus hallazgos.

Recursos de apoyo:

- Computadora con conexión a internet.
- Software Cytoscape.
- Acceso a bases de datos públicas (STRING, BioGRID, Gene Ontology).

Práctica 2: Curación de una red regulatoria a partir de literatura**Duración:**

09 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción docente a la curación manual de redes.
2. Selecciona un factor de transcripción o una ruta de señalización simple.
3. Realiza una búsqueda bibliográfica sistemática para encontrar interacciones (activación, represión) validadas experimentalmente.
4. Construye un archivo de texto simple (formato SIF o TSV) que describa las interacciones (fuente, interacción, blanco).
5. Importa la red curada en Cytoscape y la visualiza.
6. Compara la red curada manualmente con la obtenida automáticamente de bases de datos.

Recursos de apoyo:

- Computadora con conexión a internet.
- Acceso a motores de búsqueda bibliográfica (PubMed, Google Scholar).
- Software Cytoscape y editor de texto simple (ej. bloc de notas, excel).

Unidad II. Dinámica biológica y motivos de red

Práctica 3: Simulación de cursos temporales de un motivo de red (oscilador)

Duración

09 horas

Procedimiento

1. Atiende las orientaciones docentes sobre el software COPASI.
2. Construye un modelo de un bucle de retroalimentación negativa simple (ej. Represilator simple o un modelo de Hes1).
3. Define los compartimentos, especies químicas y reacciones (usando cinética de acción de masas).
4. Establece los parámetros cinéticos iniciales (tasas de transcripción, traducción, degradación).
5. Ejecuta una simulación de curso temporal y obtiene las gráficas de concentración vs. tiempo.
6. Analiza las gráficas para verificar si el sistema oscila.
7. Modifica un parámetro clave (ej. tasa de degradación) y re-ejecuta la simulación para observar cómo cambia el periodo o la amplitud de la oscilación.
8. Documenta los resultados y las condiciones que permiten la oscilación.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software COPASI (Complex Pathway Simulator).
- Artículos de referencia sobre motivos de red (ej. Alon, 2019).

Unidad III. Modelado metabólico y basado en restricciones

Práctica 4: Análisis de balance de flujos (FBA) in silico

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción al FBA y a las herramientas web.
2. Accede a la plataforma de visualización *Escher* o una herramienta similar (ej. COBRApy en un notebook).
3. Carga un modelo metabólico a escala genómica (GEM) (ej. *E. coli* core model).
4. Define la función objetivo como maximizar biomasa.
5. Define las condiciones del medio (ej. glucosa como fuente de carbono, condiciones aerobias).
6. Ejecuta el FBA y visualiza los flujos predichos sobre el mapa metabólico.
7. Realiza una simulación de delección (*knockout*) de un gen clave (ej. piruvato quinasa).
8. Compara el flujo de biomasa (tasa de crecimiento) antes y después de la delección.
9. Interpreta los resultados y los reporta.

Recursos de apoyo

- Computadora con navegador web.
- Acceso a la plataforma web Escher (escher.github.io).
- Modelos GEM en formato JSON o SBML.

Unidad IV. Modelado Metabólico y basado en restricciones

Práctica 5: Análisis de estabilidad y biestabilidad (interruptor celular)

Duración

09 horas

Procedimiento

1. Carga un modelo de un motivo de retroalimentación positiva mutua (interruptor de palanca o toggle switch) en COPASI.
2. Define las reacciones y parámetros.
3. En lugar de un curso temporal, selecciona la tarea de Escaneo de Parámetros (Parameter Scan).
4. Define un parámetro de entrada (ej. una señal inductora) para escanear en un rango de valores.
5. Ejecuta la simulación para encontrar los estados estacionarios en cada valor del parámetro.
6. Genera un diagrama de bifurcación (estado estacionario vs. parámetro).
7. Interpreta la gráfica para identificar el rango de biestabilidad (donde coexisten dos estados estables).
8. Documenta el comportamiento del sistema como un interruptor.

Recursos de apoyo

- Computadora.
- Software COPASI.
- Artículos de referencia sobre biestabilidad.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

Estrategia de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados. Estas estrategias deben seleccionarse en función del tipo de competencia, el nivel cognitivo y la naturaleza del contenido.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada (para laboratorios de software)

Estrategia de aprendizaje

Son enfoques que el estudiante emplea para organizar, adquirir, comprender y aplicar el conocimiento. Estas estrategias deben promover el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Mapas conceptuales
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Elaboración de reportes de laboratorio

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales.....	30%
- Reportes de Prácticas.....	30%
- Reporte de Proyecto Final.....	40%
<i>Total</i>	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Alon, U. (2019). *An Introduction to Systems Biology: Design Principles of Biological Circuits* (2ª ed.). CRC Press. [Clásica]
- Ingalls, B. P. (2013). *Mathematical Modeling in Systems Biology: An Introduction*. MIT Press. [Clásica]
- Klipp, E., Liebermeister, W., Wierling, C., & Kowald, A. (2016). *Systems Biology: A Textbook* (2ª ed.). Wiley-VCH. [Clásica]
- Papin, J. A., & Tyson, J. J. (2022). *Systems Biology*. Sinauer Associates.
- Qiao, L., Khalilimeybodi, A., Linden-Santangeli, N. J., & Rangamani, P. (2025). The evolution of systems biology and systems medicine: From mechanistic models to uncertainty quantification. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 27(1), 425–447. doi:10.1146/annurev-bioeng-102723-065309

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Gu, C., Kim, G. B., & Kim, H. U. (2022). Current status and applications of genome-scale metabolic models. *FEMS Microbiology Letters*, 369(1), fnac091. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnac091>
- Hoops, S., Sahle, S., Gauges, R., Lee, C., Pahle, J., Simus, N., ... & Kummer, U. (2006). COPASI—a COMplex PATHway Simulator. *Bioinformatics*, 22(24), 3067–3074. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btl485> [Clásica]
- Orth, J. D., Thiele, I., & Palsson, B. Ø. (2010). What is flux balance analysis? *Nature Biotechnology*, 28(3), 245–248. <https://doi.org/10.1038/nbt.1614> [Clásica]
- Shannon, P., Markiel, A., Ozier, O., Baliga, N. S., Wang, J. T., Ramage, D., ... & Ideker, T. (2003). Cytoscape: A software environment for integrated models of biomolecular interaction networks. *Genome Research*, 13(11), 2498-2504. <https://doi.org/10.1101/gr.1239303> [Clásica]
- Zou, J., He, S., & Zhang, Z. (2023). AI-powered systems biology: A review of machine learning applications in elucidating biological networks. *Cell Systems*, 14(5), 365-380. <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1016/j.cels.2023.04.001>.

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, Matemáticas o Ciencias de la Computación, con posgrado en Biología de Sistemas, Bioinformática, Biología Computacional, Biología Molecular, o áreas afines. Se requiere experiencia demostrable en el uso de herramientas bioinformáticas y modelado aplicado a la biología. Es deseable que cuente con experiencia en investigación de redes biológicas y posea cualidades didácticas para traducir conceptos matemáticos complejos a un lenguaje biológico accesible. Asimismo, ser una persona honesta, con actitud abierta y comprometida a coadyuvar en el aprendizaje significativo de estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Investigación y Didáctica de las Ciencias
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativo
Requisito:	
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas Julio Enrique Valencia Suárez Manuel Alejandro Carballo Amador
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es introducir al estudiante en los fundamentos teóricos y metodológicos de la investigación educativa basada en la disciplina, para que sea capaz de diagnosticar dificultades de aprendizaje y proponer soluciones instruccionales basadas en evidencia científica. A través de un enfoque híbrido, el alumno desarrolla habilidades de docencia básica y herramientas de investigación aplicadas tanto a la educación formal en el aula como a escenarios ambientales y comunitarios. Esta formación permite al futuro profesional en áreas de ciencias de la vida profesionalizar su labor educativa y de comunicación de la ciencia mediante el rigor metodológico propio de las ciencias de la vida, aplicado a los procesos de aprendizaje. Se ubica en la etapa terminal, tiene carácter optativo y forma parte del área de conocimiento de Sistemas Socioecológicos.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Facilitar procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias de la vida a través del diseño instruccional, fundamentado en la investigación educativa disciplinar y en la cognición humana, para promover la alfabetización científica y ambiental en escenarios formales y no formales, mostrando rigor analítico y responsabilidad social.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de investigación docente que integre el diseño instruccional de una sesión educativa y el reporte de análisis empírico sobre su implementación en un escenario escolar o comunitario, destacando la evaluación del aprendizaje y las modificaciones actitudinales de los participantes.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar críticamente la aplicación de fundamentos teóricos en sistemas socioecológicos, a través de enfoques inter y transdisciplinarios, integrando principios de ecología, gestión y manejo de recursos naturales, y dinámicas sociales para diseñar y promover estrategias innovadoras de conservación, mitigación y adaptación de los impactos ambientales, con responsabilidad y compromiso social.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos teóricos de la educación científica

Competencia

Analizar los marcos teóricos de la enseñanza de las ciencias y la educación ambiental mediante la revisión de literatura especializada para comprender la transición de la docencia empírica a la investigación educativa disciplinar con una postura crítica y reflexiva.

Contenido

1.1 Epistemología y naturaleza de la ciencia

- 1.1.1 Construcción empírica del conocimiento en las ciencias de la vida
- 1.1.2 Razonamiento causa efecto frente a explicaciones teleológicas
- 1.1.3 Alfabetización científica para la ciudadanía y toma de decisiones

1.2 Paradigmas teóricos del aprendizaje en ciencias de la vida

- 1.2.1 Aprendizaje experiencial e indagación en el entorno
- 1.2.2 Socioconstructivismo y mediación en la educación científica
- 1.2.3 Cambio conceptual y conocimiento pedagógico del contenido

1.3 Enfoques contemporáneos en educación científica

- 1.3.1 Investigación educativa basada en la disciplina
- 1.3.2 Enseñanza basada en problemas sociocientíficos
- 1.3.3 Perspectiva biocultural en la educación ambiental

Duración

06 horas

Unidad II. Dimensión cognitiva y afectiva del aprendizaje

Competencia

Identificar las barreras cognitivas y los factores afectivos que limitan la comprensión de las ciencias de la vida mediante el análisis empírico del comportamiento estudiantil, para fundamentar el diseño de intervenciones educativas pertinentes, con rigor metodológico y empatía.

Contenido

2.1 Bases cognitivas del aprendizaje científico

- 2.1.1 Origen y tipología de los conceptos erróneos en biología
- 2.1.2 Estrategias didácticas para promover el cambio conceptual
- 2.1.3 Conceptos umbral y carga cognitiva en sistemas biológicos

2.2 Sentido científico como motor de la cognición

2.2.1 Transición de “aprender sobre” al “descubrimiento guiado”

2.2.2 El rol de los fenómenos ancla y discrepantes en la detonación del razonamiento

2.2.3 Rutinas de pensamiento científico: modelado explicativo y argumentación

2.2 Factores afectivos y contexto de aprendizaje

2.2.1 Identidad, motivación intrínseca y autoeficacia científica

2.2.2 Aprendizaje situado en entornos escolares y ambientales

Duración

06 horas

Unidad III. Diseño instruccional y práctica de enseñanza en ciencias

Competencia

Diseñar secuencias didácticas e instrumentos de evaluación, a través de la investigación educativa disciplinar, para facilitar la comprensión de fenómenos científicos en escenarios formales y ambientales, demostrando rigor metodológico y creatividad.

Contenido

3.1 Diseño de intervenciones educativas

3.1.1 Planeación didáctica mediante el diseño inverso

3.1.2 Construcción de objetivos de aprendizaje medibles

3.1.3 Secuencias de indagación para la educación científica

3.2 Estrategias didácticas basadas en evidencia para ciencias naturales

3.2.1 Aprendizaje activo, instrucción por pares y recuperación activa reflexiva

3.2.2 Codificación dual y uso de ejemplos para modelar problemas sociocientíficos

3.2.3 Espacios bioculturales como recursos de aprendizaje

3.3 Evaluación del aprendizaje científico

3.3.1 Evaluación formativa integral: autoevaluación, coevaluación y evaluación por pares

3.3.2 Diseño de rúbricas analíticas para habilidades procedimentales

3.3.3 Retroalimentación basada en evidencia y revisión iterativa de trabajos

Duración

08 horas

Unidad IV. Intervención y recolección de datos educativos

Competencia

Implementar secuencias de enseñanza y protocolos de medición en escenarios formales e informales mediante el uso de diseños de investigación empírica para recolectar evidencias válidas del proceso de aprendizaje con estricto apego a la ética científica.

Contenido

4.1 Metodología de la investigación en el aula y el entorno

- 4.1.1 Diseños cuasiexperimentales: pre-prueba, intervención y post-prueba.
- 4.1.2 Identificación y control de variables en escenarios en el aula
- 4.1.3 Ética de la investigación con sujetos: consentimiento informado y confidencialidad.

4.2 Herramientas para la recolección empírica de información educativa

- 4.2.1 Protocolos de observación estructurada y registro sistemático de campo
- 4.2.2 Recuerdo estimulado por video para el análisis de interacciones didácticas
- 4.2.3 Análisis de redes epistémicas para el mapeo del cambio conceptual

4.2 Ejecución de la intervención y control metodológico

- 4.3.1 Anonimización y protección de datos sensibles en poblaciones estudiantiles
- 4.3.2 Transcripción y sistematización de evidencias cualitativas (observaciones y VSR)
- 4.3.3 Estructuración de matrices de datos empíricos para el análisis estadístico pre/post

Duración

06 horas

Unidad V. Análisis de datos educativos

Competencia

Analizar conjuntos de datos cuantitativos y cualitativos derivados de intervenciones instruccionales, con el apoyo de la estadística inferencial y métricas de ganancia cognitiva para validar instrumentos de evaluación y estructurar conclusiones fundamentadas en la evidencia empírica.

Contenido

5.1 Análisis cuantitativo del cambio conceptual

- 5.1.1 Estadística inferencial aplicada a diseños pre/post-prueba
- 5.1.2 Cálculo, modelado e interpretación de la Ganancia Normalizada de Hake
- 5.1.3 Índices de dificultad y discriminación de ítems en inventarios de conceptos.

5.2 Procesamiento de evidencias cualitativas y modelos mentales

5.2.1 Sistemas de codificación estructurada para respuestas abiertas

5.2.2 Triangulación de datos

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Diagnóstico de obstáculos epistemológicos en la biología

Práctica 1: Diagnóstico de obstáculos epistemológicos en la biología

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción a la problemática de la ontología de las ideas previas y el razonamiento teleológico versus el razonamiento de causa-efecto.
2. Analiza el banco de evidencias empíricas (videos de divulgación, noticias de prensa y encuestas diagnósticas de estudiantes de nivel medio superior).
3. Identifica y clasifica las afirmaciones que incurren en errores epistemológicos (teleología, animismo o esencialismo).
4. Propón una pregunta de disonancia cognitiva diseñada específicamente para confrontar uno de los errores identificados en la muestra.
5. Evalúa la eficacia de su propuesta mediante una dinámica de "abogado del diablo" con el resto del grupo para asegurar que la pregunta realmente genere conflicto cognitivo.

Recursos de apoyo

- Fragmentos de documentales de divulgación científica con sesgos antropomórficos
- Extractos anonimizados de evaluaciones diagnósticas reales de ciencias naturales
- Matrices de clasificación de errores epistemológicos y obstáculos cognitivos

Práctica 2: Estructuración de fenómenos ancla y contextos de indagación disciplinar

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Escucha en plenaria la diferencia metodológica entre dictar un temario y enseñar mediante fenómenos ancla.
2. Selecciona de forma individual un concepto científico abstracto acorde a su perfil de egreso.
3. Realiza una búsqueda bibliográfica individual en bases de datos utilizando el equipo de cómputo del taller.
4. Identifica un fenómeno empírico real que no pueda explicarse sin dominar el concepto seleccionado.
5. Redacta un documento breve describiendo los componentes biológicos o físicos del fenómeno empírico.
6. Enumera en el mismo documento tres obstáculos cognitivos que tendría un novato al observar este fenómeno.
7. Inicia la segunda sesión intercambiando su documento con un compañero de una subdisciplina distinta.
8. Evalúa el trabajo de su compañero utilizando la rúbrica de validación instruccional entregada por el docente.
9. Escribe observaciones críticas sobre la viabilidad de usar ese fenómeno empírico en un aula real.
10. Devuelve el documento evaluado y recibe la retroalimentación de su propio trabajo.
11. Entrega el bosquejo final corregido como producto de la práctica

Recursos de apoyo

- Equipos de cómputo con acceso a internet y bases de datos académicas
- Rúbricas impresas de validación instruccional
- Plataforma virtual del curso para la entrega de avances y productos finales

Unidad II. Dimensión cognitiva y afectiva del aprendizaje

Práctica 3: Reducción de carga cognitiva y modelado de fenómenos ancla discrepantes

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la exposición metodológica sobre conceptos umbral y la tipología de la carga cognitiva en el aprendizaje de sistemas biológicos.
2. Analiza una secuencia instruccional tradicional de biología celular o molecular que presente una densidad excesiva de información.
3. Identifica los elementos visuales y discursivos que saturan la memoria de trabajo y generan carga cognitiva extrínseca.
4. Reestructura el material analizado eliminando la redundancia y aplicando principios de diseño multimedia basados en evidencia.
5. Selecciona un fenómeno ancla discrepante capaz de detonar el razonamiento inicial sobre el concepto biológico central analizado.
6. Argumenta ante sus compañeros cómo este fenómeno ancla facilita la transición del aprendizaje pasivo al descubrimiento guiado.

Recursos de apoyo

- Secuencias didácticas tradicionales impresas con alta densidad textual
- Repositorios digitales de fenómenos discrepantes en disciplinas STEM
- Rúbricas de evaluación de carga cognitiva adaptadas para material instruccional

Práctica 4: Taller de construcción de sentido científico

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la instrucción inicial sobre el diseño de paneles de expertos como rutina de pensamiento para fomentar la autoeficacia científica.
2. Lee analíticamente un artículo científico primario enfocado en un problema biológico situado en el entorno regional.
3. Extrae la evidencia empírica central del texto asumiendo el rol de experto exclusivo de esa variable ecológica o fisiológica.
4. Desintegra el grupo base y forma un panel de resolución interdisciplinario reuniendo a un experto de cada artículo distinto.
5. Debate la resolución del problema biológico cruzando y defendiendo los datos duros aportados por cada miembro del panel.
6. Sintetiza la conclusión colegiada en un modelo explicativo consensuado.
7. Redacta los lineamientos instruccionales básicos para replicar esta estrategia de argumentación en su futura intervención educativa.

Recursos de apoyo

- Artículos científicos primarios con abundancia de gráficas y tablas de datos
- Guías de lectura crítica orientadas a la extracción de afirmaciones respaldadas por evidencia
- Matrices de evaluación para medir la calidad de la argumentación científica en debates

Práctica 5: Diagnóstico de identidad científica y de autoeficacia

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende la exposición metodológica sobre la intersección entre la identidad científica, la ansiedad matemática y el síndrome del impostor en estudiantes de STEM.
2. Analiza un estudio de caso documentado sobre el rezago académico en ciencias exactas ocasionado por factores afectivos y no por déficit cognitivo.
3. Extrae del caso analizado las micro-agresiones epistémicas o el lenguaje excluyente utilizado por el docente que detonó la alienación del estudiante.
4. Diseña un instrumento breve tipo escala Likert orientado a medir la autoeficacia y la resistencia a la ambigüedad empírica en su futura población objetivo.
5. Modifica las instrucciones de una práctica de laboratorio tradicional para incluir un andamiaje que valide el error como parte del método científico, reduciendo la penalización afectiva.
6. Defiende frente al grupo cómo esta modificación instrumental eleva la agencia epistémica sin comprometer el rigor y la exigencia de la disciplina.

Recursos de apoyo

- Estudios de caso cualitativos sobre deserción y retención en carreras de ciencias
- Ejemplos de escalas validadas para la medición de actitudes hacia la ciencia

Unidad III: Diseño instruccional y práctica de enseñanza en ciencias

Práctica 6: Validación de secuencias didácticas e instrumentos de medición

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Trae al taller el borrador completo de su secuencia didáctica y rúbrica analítica desarrollados durante las horas teóricas.
2. Intercambia su portafolio de diseño instruccional con un compañero de una subdisciplina científica diferente.
3. Resuelve el instrumento de evaluación diagnóstica de su compañero cronometrando el tiempo exacto de resolución.
4. Evalúa la secuencia didáctica de su par utilizando una lista de cotejo enfocada en la alineación constructiva y la reducción de carga cognitiva.
5. Identifica y señala las instrucciones ambiguas, los sesgos teleológicos o los cuellos de botella temporales en el diseño de su compañero.
6. Devuelve el portafolio y atiende la retroalimentación crítica sobre su propio trabajo.
7. Aplica las correcciones inmediatas a su diseño para blindarlo antes de la etapa de simulación.

Recursos de apoyo

- Borradores impresos de las secuencias de indagación y rúbricas analíticas
- Listas de cotejo para la evaluación de alineación constructiva instruccional

Práctica 7: Taller de microenseñanza

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Prepara un segmento crítico de 15 minutos de su secuencia didáctica que involucre el manejo del fenómeno ancla o la evaluación de un concepto complejo.
2. Asigna roles específicos de comportamiento estudiantil a tres de sus compañeros para simular resistencia cognitiva, apatía o concepciones erróneas comunes.
3. Ejecuta su intervención frente al grupo simulado utilizando el pizarrón, proyector o material de laboratorio necesario.
4. Graba en video la totalidad de su simulación utilizando un dispositivo montado en un punto fijo del aula.
5. Escucha la retroalimentación directa del panel de pares y del docente sobre su modulación de voz, lenguaje corporal y claridad expositiva.

6. Analiza su propia grabación fuera del horario de taller para detectar tics verbales y asimetrías en el contacto visual.
7. Redacta un reporte final de ajustes metodológicos donde detalles qué instrucciones o dinámicas modificará en su planeación final antes de ir a campo.

Recursos de apoyo

- Aulas equipadas con infraestructura docente básica
- Dispositivos de grabación de video
- Matrices de retroalimentación de desempeño docente en tiempo real

Unidad IV: Intervención y recolección de datos educativos

Práctica 8: Gestión de la intervención y sistematización de evidencias de campo

Duración

06 horas

Procedimiento

Sesión 1

1. Atiende la revisión de los protocolos éticos y el manejo de datos sensibles en poblaciones escolares.
2. Organiza las carpetas digitales para el resguardo de evidencias siguiendo una nomenclatura estandarizada.
3. Prepara los formatos físicos y digitales para la obtención del consentimiento informado en la comunidad.
4. Verifica la funcionalidad de los dispositivos de grabación para la captura del recuerdo estimulado por video.
5. Entrega el cronograma detallado de las horas de campo al facilitador para su validación logística.

Sesión 2

1. Se reúne en equipos para supervisar la calidad de los datos recolectados en las visitas iniciales de campo.
2. Identifica las variables de confusión detectadas durante la implementación de la secuencia didáctica.
3. Ajusta los protocolos de observación basándose en los incidentes críticos reportados en las bitácoras.
4. Comparte las dificultades técnicas enfrentadas con el equipo de captura de audio y video.
5. Registra los avances de la intervención en la plataforma digital del curso.

Sesión 3

1. Digitaliza la totalidad de los instrumentos diagnósticos y de salida recolectados en el escenario real.

2. Codifica los nombres de los participantes para garantizar el anonimato y la protección de identidad.
3. Transcribe los segmentos clave de los videos obtenidos mediante la técnica de recuerdo estimulado.
4. Construye la matriz de datos crudos utilizando una herramienta de hoja de cálculo.
5. Realiza un respaldo de seguridad de toda la información curada para evitar la pérdida de evidencia.

Recursos de apoyo

- Hojas de cálculo para la gestión de datos
- Formularios estandarizados de consentimiento informado
- Software de transcripción de audio y video
- Unidades de almacenamiento digital externas o en la nube

Unidad V: Análisis de datos educativos

Práctica 9. Análisis y argumentación de resultados educativos

Duración

06 horas

Procedimiento

Sesión 1

1. Importa la matriz de datos curada proveniente del trabajo de campo a la herramienta de análisis estadístico seleccionada.
2. Ejecuta las pruebas de normalidad correspondientes para determinar la ruta paramétrica o no paramétrica de sus datos biológicos y educativos.
3. Calcula la ganancia normalizada de Hake comparando los puntajes de la prueba diagnóstica y la post prueba de su grupo de intervención.
4. Realiza el análisis de contraste de hipótesis para muestras relacionadas y extrae el valor de significancia estadística.
5. Interpreta los resultados numéricos redactando un reporte preliminar sobre el tamaño del efecto instruccional logrado.

Sesión 2

1. Inicia la codificación analítica de las justificaciones abiertas y los argumentos causales recolectados en sus instrumentos.
2. Construye mapas de redes epistémicas procesando las transcripciones del recuerdo estimulado por video.
3. Categoriza los modelos mentales detectados en los alumnos antes y después de la intervención para mapear el cambio conceptual.
4. Identifica y cuantifica la persistencia de concepciones teleológicas o neuromitos que no lograron ser erradicados por su secuencia.

Sesión 3

1. Triangula los resultados de la ganancia de Hake con la densidad de las redes epistémicas para validar la coherencia de sus hallazgos.
2. Identifica rigurosamente las amenazas a la validez interna y externa que afectaron su cuasiexperimento en el escenario escolar.
3. Estructura las afirmaciones conclusivas de su investigación limitándolas estrictamente al alcance de la evidencia empírica recolectada.
4. Presenta el modelo explicativo final del impacto de su intervención ante el panel de sus pares académicos.

Recursos de apoyo

- Computadora o laptop
- Acceso a internet
- Software y aplicaciones requeridas

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer la forma de trabajo, los criterios de evaluación, la calidad de los trabajos académicos, así como los derechos y obligaciones entre docente y estudiante.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Debates
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción guiada
- Método de proyectos
- Trabajo colaborativo
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

Estrategias de aprendizaje

- Cuadros comparativos
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Infografías
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Mapas conceptuales

- Trabajo colaborativo

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

– Prácticas de taller	50%
– Actividades y tareas	20%
– Portafolio de investigación	30%
<i>Total</i>	100%

XII. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C., & Norman, M. K. (2023). *Cómo funciona el aprendizaje: 8 principios basados en la investigación para una enseñanza inteligente* (2ª ed.). Universidad de los Andes / Wiley.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). *Science and Engineering for Grades 6-12: Investigation and Design at the Center*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25216>
- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (Eds.). (2022). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. National Academies Press.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2ª ed.). McGraw-Hill.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Cooper, K. M., Soneral, P. A. G., & Brownell, S. E. (2022). *Discipline-Based Education Research (DBER): A scientist's guide for improving instruction in postsecondary biology*. CBE—Life Sciences Education. <https://www.lifescied.org/>
- Gouvea, J. S., & Passmore, C. (2021). 'Models of' versus 'Models for': Toward an agent-based conception of modeling in the science classroom. *Science & Education*, 30(5), 1183-1207. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00212-6>
- Odden, T. O., & Russ, R. S. (2019). Defining sensemaking: Bringing clarity to a fragmented theoretical construct. *Science Education*, 103(1), 187-205. <https://doi.org/10.1002/sce.21452> (Referencia base para el marco de Scientific Sensemaking).

Schwarz, C. V., Passmore, C., & Reiser, B. J. (2022). *Helping Students Make Sense of the World Using Next Generation Science and Engineering Practices*. NSTA Press.

XIII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, o en áreas afines a las ciencias naturales y exactas. Preferentemente con maestría en ciencias en alguna disciplina científica o educativa. Indispensable debe contar con experiencia docente en el nivel superior, impartiendo asignaturas relacionadas con la investigación educativa, o didáctica de las ciencias, así como con experiencia profesional o de investigación demostrable en Investigación Educativa Basada en la Disciplina (DBER). Es indispensable el dominio de herramientas de análisis estadístico y procesamiento de datos empíricos, así como habilidades pedagógicas para la dirección de intervenciones de investigación educativa basada en la disciplina y la facilitación del diseño instruccional centrado en la evidencia.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias, Ensenada
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Neurociencias
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Taller: 02 Horas extra clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas Eugenio Leyva Figueroa Magdiel Orozco Valdivia
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje es fundamental en la formación del biólogo contemporáneo porque trasciende la visión clásica del sistema nervioso para integrar los mecanismos moleculares y celulares con los paradigmas emergentes de la neurociencia actual, lo que permite al estudiante comprender la complejidad biológica desde la sinapsis hasta la conducta y la cognición. El estudiantado desarrollará la capacidad de analizar los avances de frontera como la optogenética, el modelo de cerebro bayesiano y la neurobiología de las enfermedades neurodegenerativas, lo cual le dotará de herramientas teóricas y metodológicas para incursionar en los campos de la investigación biomédica, la biotecnología y la neuroética, aplicando una visión integradora a los problemas de salud y comportamiento. La unidad de aprendizaje se imparte en la etapa terminal con carácter optativo, contribuye al fortalecimiento del área de fisiología y biomedicina del plan de estudios y requiere conocimientos previos de fisiología animal.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los mecanismos neurobiológicos multinivel y los paradigmas emergentes del funcionamiento cerebral, mediante la contrastación de modelos clásicos con herramientas de frontera y evidencia experimental reciente, para interpretar la base biológica de la cognición y las patologías del sistema nervioso con rigor científico, pensamiento crítico y responsabilidad bioética.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

El estudiante integrará un portafolio de comunicación científica que demuestre el dominio de la neurobiología mediante la realización de exposiciones en formatos dinámicos, tipo Data Blitz, y la presentación formal de un seminario de investigación. En este último, deberá demostrar la capacidad de reinterpretar o reanalizar bases de datos neurobiológicas, tanto experimentales como clínicas, contrastando los modelos teóricos clásicos con los hallazgos obtenidos para generar conclusiones actualizadas sobre la función neural y sus patologías.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Fundamentos celulares y dinámica neuronal

Competencia

Analizar la organización estructural y los procesos ontogénicos del sistema nervioso mediante la integración de la teoría celular clásica con los mecanismos contemporáneos de transporte axonal y de diferenciación molecular, para fundamentar la base biológica de la conectividad neuronal con pensamiento sistémico y rigor analítico.

Contenido

- 1.1. La neurona en la era de la conectómica
 - 1.1.1. De la doctrina neuronal a los mapas de conectividad y tipos celulares
 - 1.1.2. Compartimentalización subcelular: soma, dendritas y especialización axonal
 - 1.1.3. Diversidad fenotípica: clasificación molecular y funcional de neuronas y glía
- 1.2. Dinámica del citoesqueleto y transporte intracelular
 - 1.2.1. Microtúbulos, neurofilamentos y microfilamentos
 - 1.2.2. Motores moleculares y mecanismos de transporte axonal
- 1.3. Ontogenia y ensamblaje de circuitos neurales
 - 1.3.1. Mecanismos moleculares de la inducción, proliferación y migración neuronal
 - 1.3.2. Guía axonal, reconocimiento de objetivos y formación de mapas topográficos
 - 1.3.3. Sinaptogénesis y refinamiento de circuitos dependientes de la actividad.

Duración

6 horas

Unidad II. Transmisión sináptica, plasticidad y neurodegeneración

Competencia

Analizar los mecanismos moleculares de la comunicación y la adaptabilidad neuronales, mediante el contraste entre la fisiología sináptica clásica y los procesos contemporáneos de plasticidad estructural y vulnerabilidad celular, para interpretar las bases biológicas de la memoria y de las enfermedades neurodegenerativas, con rigor científico, pensamiento crítico y compromiso ético.

Contenido

2.1. Fisiología molecular de la transmisión sináptica

2.1.1. Maquinaria presináptica: ciclo de vesículas, complejo SNARE

2.1.2. Señalización postsináptica: receptores ionotrópicos, metabotrópicos

2.1.3. Integración sináptica y procesamiento de señales dendríticas

2.2. Plasticidad sináptica y estructural

2.2.1. Mecanismos de Potenciación (LTP) y Depresión (LTD) a largo plazo

2.2.2. Plasticidad estructural.

2.2.3. Plasticidad homeostática y metaplasticidad.

2.3. Mecanismos celulares de la neurodegeneración

2.3.1. Excitotoxicidad y estrés oxidativo como vías comunes de daño

2.3.2. Proteopatías: plegamiento anómalo y agregación de proteínas

2.3.3. Vulnerabilidad selectiva y muerte celular programada

Duración

10 horas

Unidad III. Sistemas cognitivos: redes, memoria y control predictivo

Competencia

Integrar los sustratos neuroanatómicos y funcionales de la cognición mediante el análisis de la interacción dinámica entre las redes neuronales a gran escala y los sistemas de memoria, para interpretar los modelos contemporáneos de control ejecutivo y de procesamiento predictivo con rigor científico y una visión sistémica.

Contenido

- 3.1. Arquitectura de redes a gran escala
 - 3.1.1. Jerarquía funcional y conectoma humano
 - 3.1.2. Dinámica de redes intrínsecas (DMN y CEN)
 - 3.1.3. Red de Saliencia y asignación atencional
- 3.2. Sistemas de memoria y engramas
 - 3.2.1. Hipocampo y memoria declarativa
 - 3.2.2. Biología del Engrama y manipulación optogenética
 - 3.2.3. Consolidación sistémica y reconsolidación
- 3.3. Control ejecutivo y cerebro predictivo
 - 3.3.1. Corteza prefrontal y funciones ejecutivas
 - 3.3.2. Neurobiología de la toma de decisiones
 - 3.3.3. Procesamiento predictivo y cerebro bayesiano

Duración

8 horas

Unidad IV. Neurobiología afectiva, social y ética

Competencia

Examinar los mecanismos biológicos de la emoción y la conducta social, mediante el contraste entre la regulación afectiva normativa y sus alteraciones patológicas, así como los desafíos éticos de la neurotecnología, para fundamentar una postura profesional crítica, empática y socialmente responsable ante los avances de la neurociencia.

Contenido

4.1. El cerebro emocional

- 4.1.1. Amígdala y aprendizaje del miedo
- 4.1.2. Sistema de recompensa y motivación
- 4.1.3. Regulación emocional y control cortical

4.2. El cerebro social

- 4.2.1. Empatía y Teoría de la Mente (ToM)
- 4.2.2. Afiliación, agresión y jerarquías sociales
- 4.2.3. Patología de la cognición social

4.3. Neuroética y neurotecnología

- 4.3.1. Neurobiología del juicio moral
- 4.3.2. Dilemas en la mejora cognitiva
- 4.3.3. Privacidad mental y agencia

Duración

8 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad I. Fundamentos celulares y dinámica neuronal

Práctica 1: Evidencia multimodal de las neuronas Von Economo

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción a la problemática de la identificación celular y las características de las neuronas Von Economo.
2. Analiza el artículo de Evrard et al. 2012 para extraer criterios morfológicos y de localización anatómica.
3. Investiga en bases de datos la expresión de marcadores moleculares específicos que validen la identidad celular.
4. Busca evidencia electrofisiológica reciente que muestre la velocidad de conducción y los patrones de conectividad.
5. Contrasta los datos obtenidos del macaco con la evidencia disponible en humanos, cetáceos y otros mamíferos.
6. Integra la información histológica, molecular y funcional en un reporte de evidencia comparativa.
7. Argumenta por escrito la relevancia funcional de estas neuronas para la cognición social y la interocepción.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet
- Bases de datos bibliográficas institucionales
- Artículo digital: Evrard, H. C., et al. 2012. Von Economo Neurons in the Anterior Insula of the Macaque Monkey. Neuron

Práctica 2: Navegación en atlas digitales y conectómica

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Accede a portales de atlas cerebrales de alta resolución como el Allen Brain Atlas.
2. Visualiza mapas de expresión génica para identificar la distribución de los tipos celulares básicos.
3. Rastrea las proyecciones axonales de los principales tractos de la sustancia blanca en visualizadores 3D.
4. Compara la organización citoarquitectónica entre el cerebro de roedores y el humano.
5. Elabora un esquema gráfico que relacione la expresión genética con la ubicación anatómica de las estructuras revisadas.

Recursos de apoyo

- Computadora con navegador web actualizado
- Acceso al portal Allen Brain Map
<https://alleninstitute.org/materials-library/>
- Proyector para demostración docente

Unidad II. Transmisión sináptica, plasticidad y neurodegeneración

Práctica 3: Mecanismos moleculares de la plasticidad inducida por psicodélicos

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Se integra en una de las tres estaciones de trabajo para analizar los mecanismos de los psicoplastógenos.
2. Analiza, como parte de la Estación 1, las Figuras 1 y 2 sobre la plasticidad estructural y funcional.
3. Explica el análisis de Sholl y los registros electrofisiológicos de sEPSC.
4. Examina, como parte de la Estación 2, las Figuras 3 y 4 sobre el bloqueo farmacológico y el papel del receptor TrkB.
5. Discute la inferencia causal y las limitaciones de los inhibidores selectivos.
6. Sintetiza, como parte de la Estación 3, la evidencia de las Figuras 5 y 6 sobre el uso de ketanserina y rapamicina.
7. Muestra la ruta de señalización desde 5-HT_{2A} hasta mTOR y explica las curvas de respuesta a la dosis.

8. Presenta en la segunda sesión sus hallazgos y plantea una pregunta crítica a los demás equipos.
9. Integra las evidencias en un diagrama molecular unificado que conecte 5-HT_{2A}, mTOR, TrkB y la remodelación de espinas.

Recursos de apoyo

- Computadora y proyector
- Artículo impreso: Ly, C., et al. 2018. Psychedelics Promote Structural and Functional Neural Plasticity. Cell Reports
- Material para elaborar diagramas de flujo

Práctica 4: Reapertura de períodos críticos y metaplasticidad social

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Se organiza en una de las tres estaciones de análisis del artículo de Nardou et al. 2023 sobre el período crítico del aprendizaje social.
2. Examina, como parte de la Estación 1, la Figura 1 y el Extended Data 3 para argumentar la reapertura del período crítico mediante ensayos con sCPP y explica la regulación de los receptores NMDA.
3. Analiza, como parte de la Estación 2, las Figuras 2 y 3 para establecer la correlación temporal entre los efectos subjetivos y la duración de la ventana de plasticidad.
4. Evalúa, como parte de la Estación 3, las Figuras 4 y 5 para determinar los mecanismos de metaplasticidad y de remodelación de la matriz extracelular.
5. Diseña en equipo una presentación visual de 10 minutos que incluya el fundamento metodológico, el análisis crítico y una hipótesis mecanicista.
6. Expone en la segunda sesión sus hallazgos y distribuye la participación oral entre todos los miembros.
7. Responde a una pregunta de reto formulada por otra estación para defender su interpretación biológica.
8. Sintetiza la información grupal para construir un modelo unificado sobre la restauración de la plasticidad social en el cerebro adulto.

Recursos de apoyo

- Computadora y proyector
- Artículo: Nardou, R., et al. 2023. Psychedelics reopen the social reward learning critical period. Nature

- Software de presentación (Google Slides, PowerPoint)

Práctica 5: Panel de expertos sobre fisiopatología y resiliencia en Alzheimer

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Se integra en una de las tres estaciones de expertos para analizar la evidencia reciente sobre la etiología del Alzheimer.
2. Investiga, como parte de la Estación 1, los iniciadores tempranos y vulnerabilidades biológicas previas a la formación de placas.
3. Analiza el papel de la disfunción de los oligodendrocitos, la hipótesis de la mielina y los mecanismos inflamatorios mediados por APOE4.
4. Examina, como parte de la Estación 2, los tres pilares de la patogenicidad y sus respectivos bucles de retroalimentación.
5. Integra la toxicidad de los oligómeros de beta-amiloide, la hiperfosforilación de Tau y la activación del inflammasoma NLRP3 en la microglía.
6. Evalúa, como parte de la Estación 3, los factores determinantes de la trayectoria de la enfermedad y de la variabilidad individual.
7. Fundamenta la teoría de la Reserva Cognitiva de Stern y el impacto neurobiológico del estilo de vida y de la dieta MIND.
8. Construye en equipo una narrativa visual basada en evidencia clave para resolver el misterio asignado a su estación.
9. Presenta en la segunda sesión sus hallazgos mediante un arco narrativo de misterio y resolución.
10. Debate en grupo sobre la interacción entre la vulnerabilidad genética, el daño molecular y la resiliencia ambiental para construir un modelo integral de la enfermedad.

Recursos de apoyo

- Computadora y proyector
- Artículos base: Depp et al. 2023; Silva et al. 2019; Stern, Y. 2012
- Software de presentación

Práctica 6: Debate crítico sobre el origen de la patología de Parkinson

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Se organiza en equipos de tres integrantes para debatir la tensión entre los modelos patológicos "Cuerpo Primero" y "Cerebro Primero".
2. Analiza el artículo de Holmqvist et al. 2014 para identificar la evidencia experimental del transporte vagal en modelos animales.
3. Contrasta estos hallazgos con la evidencia neuropatológica humana presentada por Raunio et al. 2019.
4. Utiliza la revisión de Borghammer et al. 2021 como marco conceptual para situar las discrepancias entre ambos estudios.
5. Evalúa las ventajas y limitaciones metodológicas de los diseños experimentales frente a los estudios observacionales.
6. Identifica y presenta la figura clave o el dato determinante que sustenta la hipótesis de cada artículo.
7. Debate en plenaria la validez de ambas teorías y propone un modelo integrador de la progresión del Parkinson.

Recursos de apoyo

- Artículos impresos: Holmqvist et al. 2014; Raunio et al. 2019; Borghammer et al. 2021
- Pizarrón para síntesis de argumentos

Unidad III.

Práctica 7: Evolución de la causalidad en la neurobiología

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción a la jerarquía epistemológica de la evidencia en neurociencia: correlación, necesidad y suficiencia.
2. Analiza estudios clásicos de lesiones electrolíticas y farmacológicas para identificar sus limitaciones en cuanto a la resolución temporal y la especificidad celular.

3. Evalúa la técnica de estimulación eléctrica cerebral y discute el problema de la activación indiscriminada de somas y fibras de paso.
4. Examina, en la segunda sesión, el diseño experimental de Liu et al. 2012 para comprender la lógica del etiquetado genético de engramas activos.
5. Contrasta la precisión de la canalrodopsina-2 (ChR2) con la de los métodos previos.
6. Debate cómo el paso de la "neurociencia de regiones" a la "neurociencia de circuitos definidos genéticamente" permite demostrar relaciones causales precisas.

Recursos de apoyo

- Computadora y proyector
- Artículos comparativos de métodos de lesión vs. estimulación
- Artículo central: Liu, X., et al. 2012. Optogenetic stimulation of a hippocampal engram activates fear memory recall. Nature
- Diagramas de vectores virales y opsinas

Práctica 8: Comunicación científica ágil: data blitz

Duración

4 horas

Procedimiento

1. Atiende la introducción al formato data blitz como herramienta de comunicación científica de alto impacto.
2. Selecciona un tema de interés relacionado con la neurobiología cognitiva y localiza un artículo de investigación primaria reciente.
3. Analiza el texto para formular una pregunta de investigación concreta y extraer la hipótesis, el método clave y la evidencia visual.
4. Construye una presentación de dos diapositivas estrictas: "Pregunta y Diseño" y "Datos y Conclusión".
5. Ensaya la narrativa oral para ajustar la exposición a un máximo de 3 minutos.
6. Expone su investigación en la segunda sesión ante el grupo, con un tiempo cronometrado.
7. Realiza una retroalimentación crítica sobre la claridad del argumento y la capacidad de síntesis de sus compañeros.

Recursos de apoyo

- Computadora y proyector
- Cronómetro
- Bases de datos (PubMed, Google Scholar)
- Software de presentación

Unidad IV: Neurobiología Afectiva, Social y Ética

Práctica 9: Debate bioético: privacidad mental e identidad en la neurotecnología

Duración

2 horas

Procedimiento

1. Atiende al marco introductorio de la neuroética y a los desafíos de la intervención tecnológica en el sistema nervioso.
2. Analiza el primer dilema ético, contrastando la lectura cerebral con la estimulación para la mejora cognitiva.
3. Redacta a mano una argumentación fundamentada en la que defines el mecanismo de la tecnología seleccionada y defiendes tu postura.
4. Aborda el segundo dilema sobre la edición de memoria, evaluando el destino físico de los engramas ante la solicitud de eliminar un duelo.
5. Analiza las implicaciones de esta intervención para la identidad personal y discute la ventaja biológica en un contexto de inequidad económica.
6. Participa en una mesa redonda para exponer sus escritos, debatir las consecuencias de la "cosmética neurológica" y consensuar límites éticos.

Recursos de apoyo

- Artículos impresos: Drew (Lectura Cerebral), Gordon/Seth (Mejora Cognitiva), Adamczyk (Edición de Memoria), Ienca/Veit (Identidad y Justicia)
- Cuaderno de notas y bolígrafo para la redacción manuscrita

Práctica 10: Taller de elaboración de proyecto integrador

Duración

6 horas

Procedimiento

1. Atiende la presentación de los repositorios de acceso abierto (OpenNeuro, Allen Brain Atlas, PhysioNet, GEO) y los lineamientos del proyecto final durante la primera sesión (Diseño Experimental y Minería de Datos).
2. Explora, de forma organizada en equipo, las bases de datos para identificar un conjunto de datos adecuado que permita responder una pregunta de investigación original.
3. Define su hipótesis de trabajo y valida la disponibilidad y la calidad de los datos seleccionados para asegurar la factibilidad del análisis.

4. Trabaja in situ, durante la segunda sesión (Análisis, Interpretación y Escritura), en el procesamiento de datos y en la generación de las figuras clave para su reporte.
5. Interpreta los resultados obtenidos conectándolos explícitamente con los mecanismos neurobiológicos revisados en el curso.
6. Redacta el borrador del reporte escrito en formato "Short Communication", estructurando la Introducción, Metodología, Resultados y Discusión.
7. Realiza, durante la tercera sesión (Simulación de Congreso Científico), una defensa oral formal de tus hallazgos con una duración estricta de 15 minutos, simulando una ponencia de congreso.

Recursos de apoyo:

- Computadora personal con acceso a internet
- Repositorios: OpenNeuro, Allen Brain Atlas, Child Mind Institute, PhysioNet
- Software de análisis de datos (Excel, Python, R, o visualizadores web integrados)
- Proyector para la sesión final

XI. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer la forma de trabajo, los criterios de evaluación, la calidad de los trabajos académicos, así como los derechos y obligaciones entre docente y estudiante.

Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Debates
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción guiada
- Método de proyectos

Estrategia de aprendizaje

- Cuadros comparativos

- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Infografías
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Mapas conceptuales
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

Para tener derecho a los exámenes ordinarios y extraordinarios, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que en el Estatuto Escolar vigente. La calificación se evalúa en una escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	30%
– Prácticas de taller	50%
– Portafolio de comunicación científica	20%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2020). *Neuroscience: Exploring the Brain* (5th ed.). Wolters Kluwer.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2024). *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind* (6th ed.). W. W. Norton & Company.
- Kandel, E. R., Koester, J. D., Mack, S. H., & Siegelbaum, S. H. (2021). *Principles of Neural Science* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A. S., Mooney, R. D., Platt, M. L., & White, L. E. (2023). *Neuroscience* (7th ed.). Oxford University Press.

Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Allen Institute for Brain Science. (2024). Allen Brain Map: Aging, Dementia and TBI. <https://aging.brain-map.org/>
- Evrard, H. C., Forcelli, P. A., & Logothetis, N. K. (2012). Von Economo neurons in the anterior insula of the macaque monkey. *Neuron*, 74(3), 482–489. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.03.003>
- Liu, X., Ramirez, S., Pang, P. T., Puryear, C. B., Govindarajan, A., Deisseroth, K., & Tonegawa, S. (2012). Optogenetic stimulation of a hippocampal engram activates fear memory recall. *Nature*, 484(7394), 381–385. <https://doi.org/10.1038/nature11028>
- Ly, C., Greb, A. C., Cameron, L. P., Wong, J. M., Barragan, E. V., Wilson, P. C., Burbach, K. F., Soltanzadeh Zarandi, S., Sood, A., Paddy, M. R., Duim, W. C., Dennis, M. Y., McAllister, A. K., Ori-McKenney, K. M., Gray, J. A., & Olson, D. E. (2018). Psychedelics promote structural and functional neural plasticity. *Cell Reports*, 23(11), 3170–3182. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2018.05.022>
- OpenNeuro. (2024). A free and open platform for sharing MRI, MEG, EEG, iEEG, ECoG, ASL, and PET data. <https://openneuro.org/>
- Seattle Alzheimer's Disease Brain Cell Atlas Consortium. (2024). The SEA-AD Atlas. <https://sea-ad.org/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciado en Biología o en áreas afines, preferentemente con grado de Maestría o Doctorado en Neurociencias, Ciencias Fisiológicas o Biomedicina. Debe contar con experiencia docente en el nivel superior, impartiendo asignaturas relacionadas con la fisiología del sistema nervioso, así como con experiencia profesional o de investigación demostrable en neurobiología celular, molecular o computacional. Es indispensable el dominio de herramientas bioinformáticas y de bases de datos neurocientíficas, así como habilidades pedagógicas para la dirección de proyectos de análisis de datos y la facilitación de discusiones sobre bioética contemporánea.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	2027-1
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Negocios Biotecnológicos
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 01 Horas Taller: 04 Horas Extra-clase: 01 Créditos:06
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativa
Requisito:	Ninguno
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Julio Enrique Valencia Suárez Manuel Alejandro Carballo Amador
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Negocios Biotecnológicos se ubica en la etapa terminal del plan de estudios de la Licenciatura en Biología con carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Biología Molecular. Es fundamental en la formación profesional del biólogo moderno al vincular la ciencia aplicada con los mecanismos de transferencia tecnológica y emprendimiento. Su propósito y utilidad formativa radica en capacitar al estudiante en la formulación, evaluación técnica, legal, comercial y financiera de proyectos de base biotecnológica, permitiéndole identificar oportunidades de mercado, proteger activos intangibles y estructurar modelos de negocio viables para la creación de empresas de base tecnológica (startups). Contribuye directamente al área de formación profesional terminal integrando conocimientos científicos con herramientas de gestión e innovación.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Formular modelos de negocio y estudios de factibilidad para empresas de base tecnológica (startups) biotecnológicas, mediante el dictamen de la viabilidad técnica, la evaluación del entorno comercial, el diseño de esquemas de protección de propiedad intelectual y la estructuración de estrategias financieras y de escalamiento, con alto sentido de ética profesional, disciplina, responsabilidad social y estricto apego al marco regulatorio vigente.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Evidencia principal (Producto): Estudio de factibilidad integral de una empresa biotecnológica de base tecnológica (startup), que documente el análisis de mercado, estado de la técnica y estrategia de propiedad intelectual, modelo de costos, proyecciones financieras y fuentes de financiamiento.

Evidencia secundaria (Desempeño): Presentación oral ejecutiva del proyecto mediante una defensa de Elevator Pitch y sesión de exposición de póster/modelo de negocio frente a un panel de evaluación técnica y comercial.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología ante problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, desarrollo sostenible y científicamente informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social, Innovación social, Vanguardia, Excelencia.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Transferencia del Conocimiento y Entorno Biotecnológico

Competencia

Evaluar los modelos de transferencia tecnológica y el ecosistema bioeconómico global y regional mediante el examen crítico de casos de vinculación universidad-empresa, para determinar vías estratégicas de inserción de desarrollos biológicos en la sociedad, actuando con rigor profesional, disciplina y visión prospectiva.

Contenido

- 1.1. Fundamentos de la transferencia del conocimiento e innovación
 - 1.1.1. Importancia estratégica en la formación científica
 - 1.1.2. Mecanismos y modelos de transferencia universidad-industria-sociedad
- 1.2. Ciencia, bioeconomía y sociedad
 - 1.2.1. Ecosistemas de innovación biotecnológica
 - 1.2.2. Panorama de la industria biotecnológica en México y el mundo

Duración

2 horas

Unidad II. Oportunidad de Negocios y Validación de Mercado

Competencia

Juzgar la pertinencia y el potencial comercial de soluciones biotecnológicas a través de la cuantificación de mercados objetivo, la estimación de barreras de entrada y la construcción de propuestas de valor diferenciales, demostrando pensamiento crítico, objetividad y ética.

Contenido

- 2.1. El mercado biotecnológico
 - 2.1.1. Segmentación y nichos de mercado
 - 2.1.2. Identificación de necesidades técnicas insatisfechas
- 2.2. Análisis competitivo y dimensionamiento
 - 2.2.1. Determinación del tamaño del mercado (TAM, SAM, SOM)
 - 2.2.2. Propuesta de valor y ventajas competitivas
 - 2.2.3. Barreras de entrada y factores regulatorios de mercado

Duración

3 horas

Unidad III. Propiedad Intelectual y Entorno Normativo

Competencia

Diseñar estrategias de protección de activos intangibles y cumplimiento normativo para bioproductos mediante análisis de patentabilidad, búsquedas de libertad de operación y revisión del marco bioseguridad, garantizando la legalidad y originalidad técnica con responsabilidad profesional y apego a la normatividad.

Contenido

- 3.1. Marco normativo de la propiedad industrial en biotecnología
 - 3.1.1. Criterios de patentabilidad en materia biológica y biotecnológica
 - 3.1.2. Marcas, diseños industriales y denominaciones de origen
 - 3.1.3. Know-how y secretos industriales
- 3.2. Búsquedas del estado de la técnica y libertad de operación
 - 3.2.1. Bases de datos de patentes internacionales (WIPO, USPTO, IMPI)
 - 3.2.2. Marco regulatorio para bioproductos y bioseguridad en México

Duración

3 horas

Unidad IV. Comercialización, Cadena de Valor y Costos

Competencia

Estructurar modelos de comercialización y viabilidad financiera para bioproductos mediante la estimación de costos de escalamiento, el modelado de márgenes de utilidad y el diseño de la cadena de suministro, mostrando capacidad de análisis cuantitativo y disciplina.

Contenido

- 4.1. Cadenas de valor y distribución en bioproductos
 - 4.1.1. Proveedores y logística de insumos biológicos
 - 4.1.2. Canales de comercialización y distribución especializada
- 4.2. Estructura de costos y modelos de monetización
 - 4.2.1. Costos fijos, variables y de escalamiento
 - 4.2.2. Márgenes de utilidad, fijación de precios y punto de equilibrio

Duración

4 horas

Unidad V. Modelos Corporativos y Financiamiento

Competencia

Desarrollar planes de levantamiento de capital y arquitectura corporativa para nuevas empresas biotecnológicas a través de la valoración de instrumentos de inversión, análisis de dilución accionaria y fondos públicos/privados, evidenciando juicio estratégico, integridad y visión empresarial.

Contenido

5.1. Estructura legal y corporativa de startups

5.1.1. Tipos de sociedades y gobernanza inicial

5.1.2. Distribución de capital accionario (equity)

5.2. Fuentes de capital y estrategias de financiamiento

5.2.1. Fondos públicos de innovación, subsidios y convocatorias

5.2.2. Capital semilla, ángeles inversionistas y capital de riesgo (Venture Capital)

5.2.3. Rentabilidad inicial y estrategias de salida (Exit strategy)

Duración

2 horas

Unidad VI. Integración del Estudio de Factibilidad

Competencia

Sintetizar los análisis técnico, comercial, legal y financiero en un estudio de factibilidad integral y una defensa ejecutiva para validar la viabilidad del emprendimiento ante paneles evaluadores e inversores, comunicándose con precisión conceptual, persuasión técnica y profesionalismo.

Contenido

6.1. Comunicación estratégica de proyectos tecnológicos

6.1.1. Estructura y técnicas de presentación ejecutiva (Elevator pitch)

6.1.2. Presentación visual y técnica de modelos de negocio

6.2. Integración del plan y estudio de factibilidad

6.2.1. Síntesis ejecutiva y validación de prototipos (Proof of concept)

6.2.2. Matriz de riesgos y plan de escalamiento

Duración

2 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

Unidad II. Oportunidad de Negocios y Validación de Mercado

Práctica 1: Identificación y Validación de la Oportunidad de Negocio

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Recibe la orientación docente y selecciona una tecnología o problema biotecnológico.
2. Analiza casos de estudio de empresas biotecnológicas en etapas tempranas.
3. Aplica herramientas de segmentación para delimitar el perfil de cliente y usuarios finales.
4. Realiza el cálculo preliminar del tamaño de mercado (TAM, SAM, SOM).
5. Identifica y contrasta competidores directos e indirectos, determinando la ventaja competitiva.
6. Sintetiza la oportunidad de mercado en un lienzo de modelo de negocio preliminar.
7. Presenta semanalmente frente a grupo sus avances del estudio de valoración de mercado
8. Entrega el reporte de validación de mercado para retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con acceso a internet
- Bases de datos de mercado
- Software ofimático
- Proyector.

Unidad III. Propiedad Intelectual y Entorno Normativo

Práctica 2: Diagnóstico de Propiedad Intelectual y Estado de la Técnica

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Recibe la guía técnica sobre sintaxis de búsqueda en bases de datos de patentes.
2. Ejecuta búsquedas estructuradas en repositorios internacionales (WIPO Patentscope, Espacenet, IMPI) usando palabras clave y códigos CIP/CPC.
3. Mapea patentes relevantes y analiza las reivindicaciones asociadas al proyecto propuesto.
4. Evalúa la viabilidad de protección (patente, modelo de utilidad o secreto industrial).
5. Presenta semanalmente frente a grupo sus avances del estudio de valoración de mercado
6. Elabora un reporte de libertad de operación y dictamen de originalidad técnica.

7. Presenta los resultados ante el grupo para coevaluación formativa.

Recursos de apoyo

- Equipo de cómputo con acceso a internet
- Acceso a bases de datos de patentes
- Software ofimático
- Proyector.

Unidad IV: Comercialización, Cadena de Valor y Costos

Práctica 3: Modelado de Costos y Estrategia de Comercialización

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Examina la cadena de valor y logística de distribución requerida para el bioproducto.
2. Identifica costos directos, indirectos, insumos biológicos y equipamiento requerido.
3. Estructura una hoja de cálculo con el desglose de costos unitarios y precio de venta estimado.
4. Modela el punto de equilibrio operativo bajo diferentes volúmenes de producción.
5. Documenta la estrategia de comercialización, canales de entrada y alianzas clave.
6. Presenta semanalmente frente a grupo sus avances del estudio de valoración de mercado
7. Entrega la corrida de costos y modelo comercial al docente.

Recursos de apoyo

- Computadora con software de hoja de cálculo
- Fuentes sectoriales de costos.
- Proyector.

Unidad V: Modelos Corporativos y Financiamiento

Práctica 4: Estructuración Financiera y Estrategia de Levantamiento de Capital

Duración

12 horas

Procedimiento

1. Analiza convocatorias públicas y fuentes privadas de capital de riesgo para biotecnología.
2. Determina los requerimientos de inversión inicial para la fase de validación y prototipado.
3. Simula la estructura accionaria de la empresa y los escenarios de dilución.
4. Diseña una estrategia secuencial de financiamiento (bootstrapping, subsidios, capital ángel/VC).
5. Presenta semanalmente frente a grupo sus avances del estudio de valoración de mercado
6. Redacta la sección financiera y de requerimiento de fondos del proyecto.

Recursos de apoyo

- Computadora con software de hoja de cálculo
- Convocatorias de fondos de innovación
- Proyector.

Unidad VI: Integración del Estudio de Factibilidad

Práctica 5: Elaboración y Defensa del Estudio de Factibilidad

Duración

16 horas

Procedimiento

1. Integra los módulos de mercado, propiedad intelectual, costos y finanzas en un documento formal.
2. Diseña un cartel ejecutivo y material de soporte visual para la presentación de la empresa.
3. Estructura el guion de presentación oral ejecutiva de 2 minutos (Elevator pitch).
4. Ensaya y ajusta la presentación oral ante el grupo docente.
5. Presenta semanalmente frente a grupo sus avances del estudio de valoración de mercado
6. Presenta y defiende el estudio de factibilidad y el cartel ante un jurado evaluador.
7. Entrega la versión final del estudio de factibilidad debidamente integrada

Recursos de apoyo

- Computadora con software para elaborar presentaciones
- Plantilla de presentación
- Proyector.

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase se establecerán la dinámica del curso, los lineamientos de entrega, los criterios de evaluación y las rúbricas analíticas para cada evidencia, formalizados mediante la plataforma institucional.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Estudio de casos empresariales
- Discusión guiada y retroalimentación formativa
- Simulación de casos reales de negociación e inversión

Estrategias de aprendizaje

- Desarrollo de proyectos de base tecnológica
- Trabajo colaborativo en equipo
- Investigación documental y tecnológica (patentes y mercados)
- Práctica reflexiva en la toma de decisiones financieras y legales
- Elaboración de presentaciones ejecutivas y sustentación oral

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

– Prácticas de Taller integradoras (Avances por etapa)	30%
– Actividades de análisis de casos y tareas grupales	15%
– Evaluación oral ejecutiva (Pitch y cartel)	20%
– Estudio de factibilidad integral de la startup	35%
<i>Total</i>	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Allen, K. R. (2024). Entrepreneurship for scientists and engineers (2a ed.). Cambridge University Press.

Friedman, Y. (2021). Building biotechnology: Biotechnology business, regulations, patents, law, policy and science (5a ed.). Logos Press.

Shimasaki, C. (2020). Biotechnology entrepreneurship: Leading, managing, and commercializing innovative technologies (2a ed.). Academic Press. [clásica]

Blank, S. y Dorf, B. (2020). The startup owner's manual: The step-by-step guide for building a great company. John Wiley & Sons. [clásica]

Ries, E. (2017). El método Lean Startup: Cómo crear empresas de éxito utilizando la innovación continua. Deusto. [clásica]

Osterwalder, A. y Pigneur, Y. (2011). Generación de modelos de negocio. Deusto. [clásica]

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (2024). Guía del usuario de patentes y modelos de utilidad. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/impi>

World Intellectual Property Organization. (2024). PATENTSCOPE database search portal. WIPO. <https://patentscope.wipo.int/>

Secretaría de Economía. (2023). Ecosistema de innovación y desarrollo de base tecnológica en México. Data México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, Biotecnología, Bioquímica o áreas afines; con posgrado en Biotecnología, Negocios Biotecnológicos, o Innovación. Experiencia demostrable en investigación biotecnológica, registro y gestión de propiedad intelectual, estructuración de planes de negocio o transferencia tecnológica en el sector productivo; así como experiencia docente en educación superior bajo modelos basados en competencias. Es deseable el pensamiento estratégico, capacidad de vinculación intersectorial, ética, liderazgo colaborativo y habilidades avanzadas de comunicación.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica:	Facultad de Ciencias
Programa educativo:	Licenciatura en Biología
Plan de Estudios:	
Nombre de la unidad de aprendizaje:	Histología Animal y Vegetal
Clave:	
Distribución horaria:	Horas Clase: 02 Horas Laboratorio: 02 Horas Extra-clase: 02 Créditos:06
Etapas de formación:	Terminal
Carácter:	Optativo
Requisito:	
Modalidad de impartición:	Presencial
Equipo de diseño:	Ananda Aracely Navarro Barrera María Isabel Montes Pérez
Subdirección que aprueba el PUA:	Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez
Fecha:	06 de octubre de 2026
Aprobación y registro:	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es que el estudiantado analice la organización, estructura microscópica y función de los tejidos animales y vegetales, relacionando la diferenciación celular con la especialización tisular. Mediante el uso de técnicas histológicas básicas y la observación microscópica, el estudiantado desarrollará habilidades conceptuales y prácticas para identificar e interpretar la citoarquitectura tisular, comprendiendo su papel en el funcionamiento integral de los organismos.

La unidad de aprendizaje de Histología Animal y Vegetal se ubica en la etapa de formación terminal, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Biología Molecular.

III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la estructura, organización y función de los diversos tejidos animales y vegetales mediante la observación microscópica, el empleo de técnicas histológicas básicas y la interpretación de fotomicrografías, para comprender la relación entre la citoarquitectura tisular, la adaptación y el mantenimiento funcional de los seres vivos en contextos biológicos y biomédicos con una actitud analítica, disciplinada y colaborativa.

IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- Elabora de forma colaborativa un Atlas Histológico Digital interactivo o en formato de portafolio técnico que documente el trabajo realizado durante el curso en el laboratorio y en la revisión teórica.
- Presentación de un Proyecto de Histología Comparada en el que se expliquen las adaptaciones fisiológicas del organismo seleccionado.

V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificar e implementar soluciones innovadoras en biología molecular y biotecnología para abordar problemáticas relevantes a nivel regional y global, mediante la integración crítica de conocimientos y habilidades prácticas sobre mecanismos moleculares y principios bioéticos, para contribuir al bienestar, al desarrollo sostenible y a un conocimiento científico informado de la región, con responsabilidad social, compromiso ético y rigor académico.

VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Compromiso con la responsabilidad social.

VII. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad I. Introducción a la Histología y Técnicas Histológicas

Competencia

Aplicar las etapas del procesamiento histológico y los principios de microscopía mediante la elaboración y observación de preparaciones fijadas y teñidas, para procesar e interpretar de manera adecuada las muestras en el laboratorio, con rigor técnico, manejo ético del material biológico y trabajo en equipo.

Contenido

- 1.1. Concepto e historia de la histología y su importancia en las ciencias biológicas
- 1.2. Principios de microscopía
 - 1.2.1. Microscopio compuesto
 - 1.2.2. Microscopio de fluorescencia
 - 1.2.3. Microscopio electrónico de barrido y transmisión
- 1.3. Técnica Histológica
 - 1.3.1. Obtención de la muestra
 - 1.3.2. Fijación
 - 1.3.3. Inclusión
 - 1.3.4. Microtomía
 - 1.3.5. Tinción
 - 1.3.5.1. Tinción Hematoxilina-Eosina
 - 1.3.5.2. Tinciones vegetales como Safranina-Verde Rápido
 - 1.3.5.3. Tinciones especiales

Duración

04 horas

Unidad II. Histología Vegetal

Competencia

Diferenciar la estructura, ubicación y función de los tejidos meristemáticos, fundamentales, de protección, vasculares y secretores mediante el análisis microscópico de cortes de órganos vegetales para explicar las adaptaciones fisiológicas del desarrollo vegetal, con una actitud analítica y observadora.

Contenido

- 2.1. Características de la célula vegetal
 - 2.1.2. Pared celular
 - 2.1.3. Comunicación intercelular, plasmodesmos
- 2.2. Tejidos meristemáticos
 - 2.2.1. Meristemos primarios

- 2.2.2. Meristemos secundarios
- 2.3. Tejidos fundamentales y de sostén
 - 2.3.1. Parénquima
 - 2.3.2. Colénquima
 - 2.3.3. Esclerénquima
- 2.4. Tejidos de Protección
 - 2.4.1. Epidermis
 - 2.4.2. Peridermis
- 2.5. Tejidos Vasculares
 - 2.5.1. Xilema
 - 2.5.2. Floema
- 2.6. Estructuras Secretoras Vegetales

Duración

10 horas

Unidad III. Histología Animal

Competencia

Analizar la citoarquitectura y composición de los cuatro tejidos fundamentales a través del reconocimiento de sus características morfológicas en preparaciones histológicas y fotomicrografías para comprender las bases de la organización tisular animal, con pensamiento crítico, actitud disciplinada y colaborativa.

Contenido

- 3.1. Tejido Epitelial
 - 3.1.1. Epitelios de revestimiento y absorción
 - 3.1.2. Epitelio glandular
- 3.2. Tejido conectivo
 - 3.2.1. Matriz extracelular
 - 3.2.2. Tejido conectivo propiamente dicho
 - 3.2.2.1. Tejido conectivo laxo
 - 3.2.2.2. Tejido denso regular e irregular
 - 3.2.2.3. Tejido mesenquimatoso
 - 3.2.3. Tejidos conectivos especiales
 - 3.2.3.1. Tejido hemático y hematopoyético
 - 3.2.3.2. Tejido linfático
 - 3.2.3.3. Tejido adiposo
 - 3.2.3.1. Tejido cartilaginoso
 - 3.2.3.2. Tejido óseo
 - 3.2.4. Tejido muscular
 - 3.2.4.1. Músculo esquelético
 - 3.2.4.2. Músculo cardíaco

- 3.2.4.3. Músculo liso
- 3.2.5. Tejido nervioso
 - 3.2.5.1. Neuronas
 - 3.2.5.2. Glía

Duración

12 horas

Unidad IV. Histología comparada: Integración Tisular en Órganos y Organismos

Competencia

Integrar la organización de los tejidos en la estructura morfofuncional de órganos representativos en plantas y animales mediante el análisis de referencias especializadas, la observación y comparación de secciones anatómicas, para explicar las adaptaciones fisiológicas de los organismos seleccionados y que contribuya al cuidado ambiental, con una postura integradora, analítica y propositiva.

Contenido

- 4.1. Anatomía microscópica vegetal comparada y adaptaciones histológicas
- 4.2. Anatomía microscópica animal comparada y adaptaciones histológicas

Duración

06 horas

VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Unidad I. Introducción a la Histología y Técnicas Histológicas

Práctica 1: Procesamiento histológico de los tejidos

Duración

06 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Obtiene los cortes en micrótopo para el procesamiento histológico de la muestra.
3. Desparafina las laminillas cortadas previamente.
4. Realiza la tinción de Hematoxilina-Eosina para el tejido animal seleccionado.
5. Realiza la tinción vegetal, como Safranina-Verde rápido, azul alcian, azul de metileno, para el tejido vegetal seleccionado.

6. Monta las laminillas con resina sintética.
7. Observa las muestras al microscopio y documenta los hallazgos.
8. Registra sus observaciones en su bitácora de laboratorio.
9. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Reactivos y materiales para la desparafinación y tinción
- Microscopio y aceite inmersión
- Atlas histológicos de referencias
- Proyector
- Dispositivo con cámara
- Bitácora de laboratorio

Unidad II. Histología Vegetal

Práctica 2: Identificación de meristemos y tejidos fundamentales

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Observa la zona meristemática del material disponible, identificando células isodiamétricas en activa división mitótica.
3. Analiza los pecíolos a diferentes aumentos, para ubicar los cordones subepidérmicos de colénquima con engrosamientos celulósicos primarios.
4. Identifica en los tallos el parénquima y las fibras de esclerénquima.
5. Esquematiza y rotula cada tipo de tejido anotando las diferencias morfológicas.
6. Documenta fotográficamente sus hallazgos.
7. Registra sus observaciones en su bitácora de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio y aceite inmersión
- Laminillas histológicas
- Atlas histológicos de referencias
- Proyector
- Dispositivo con cámara
- Bitácora de laboratorio

Práctica 3: Identificación de tejidos de protección, vascular y estructuras secretoras

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Localiza bajo el microscopio las paredes celulares, los tejidos de protección como la epidermis con sus estomas y los tejidos vasculares (xilema y floema).
3. Identifica los vasos del xilema (traqueidas), tubos cribosos del floema y las glándulas secretoras o canales resiníferos.
4. Esquematiza y rotula cada tipo de tejido anotando las diferencias morfológicas.
5. Documenta fotográficamente sus hallazgos.
6. Registra sus observaciones en su bitácora de laboratorio.
7. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio y aceite inmersión
- Laminillas histológicas
- Atlas histológicos de referencias
- Proyector
- Dispositivo con cámara
- Bitácora de laboratorio

Unidad III. Histología Animal

Práctica 4: Histología de tejidos epiteliales

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Localiza bajo el microscopio los epitelios y sus estructuras en diversos materiales de la colección histológica de la Facultad.
3. Distingue los tipos de epitelios de acuerdo a su número de capas y forma celular en diferentes aumentos (10x, 40x y 100x).
4. Identifica los tipos de glándulas en cada laminilla histológica.
5. Esquematiza y rotula cada tipo de tejido anotando las diferencias morfológicas.

6. Documenta fotográficamente sus hallazgos.
7. Registra sus observaciones en su bitácora de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio y aceite inmersión
- Laminillas histológicas
- Atlas histológicos de referencias
- Proyector
- Dispositivo con cámara
- Bitácora de laboratorio

Práctica 5: Histología del tejido conectivo propiamente dicho

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Localiza bajo el microscopio los tejidos conectivos propiamente dicho y sus estructuras en diversos materiales de la colección histológica de la Facultad.
3. Distingue los tipos de tejidos conectivos (laxo, denso regular e irregular) en diferentes aumentos (10x, 40x y 100x).
4. Identifica los tipos celulares y fibras del tejido conectivo en cada laminilla histológica.
5. Esquematiza y rotula cada tipo de tejido anotando las diferencias morfológicas.
6. Documenta fotográficamente sus hallazgos.
7. Registra sus observaciones en su bitácora de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio y aceite inmersión
- Laminillas histológicas
- Atlas histológicos de referencias
- Proyector
- Dispositivo con cámara
- Bitácora de laboratorio

Práctica 6: Histología de los tejidos conectivos especiales (sanguíneo, hematopoyético, linfático).

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Localiza bajo el microscopio los tejidos conectivos especiales (sanguíneo, hematopoyético y linfático) y sus estructuras en diversos materiales de la colección histológica de la Facultad.
3. Distingue los tipos de tejidos conectivos especiales en diferentes aumentos (10x, 40x y 100x).
4. Identifica los tipos celulares y su matriz extracelular, de cada tejido conectivo especial en las laminillas histológicas observadas.
5. Esquematiza y rotula cada tipo de tejido anotando las diferencias morfológicas.
6. Documenta fotográficamente sus hallazgos.
7. Registra sus observaciones en su bitácora de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio y aceite inmersión
- Laminillas histológicas
- Atlas histológicos de referencias
- Proyector
- Dispositivo con cámara
- Bitácora de laboratorio

Práctica 7: Histología de los tejidos conectivos especiales (adiposo, cartilaginoso y óseo).

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Localiza bajo el microscopio los tejidos conectivos especiales (adiposo, cartilaginoso y óseo) y sus estructuras en diversos materiales de la colección histológica de la Facultad.

3. Distingue los tipos de tejidos conectivos especiales en diferentes aumentos (10x, 40x y 100x).
4. Identifica los tipos celulares y su matriz extracelular, de cada tejido conectivo especial en las laminillas histológicas observadas.
5. Esquematiza y rotula cada tipo de tejido anotando las diferencias morfológicas.
6. Documenta fotográficamente sus hallazgos.
7. Registra sus observaciones en su bitácora de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio y aceite inmersión
- Laminillas histológicas
- Atlas histológicos de referencias
- Proyector
- Dispositivo con cámara
- Bitácora de laboratorio

Práctica 8: Tejido muscular

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Localiza bajo el microscopio los tipos de músculos (esquelético, cardíaco y liso) y sus estructuras en diversos materiales de la colección histológica de la Facultad.
3. Distingue los tipos de músculos en diferentes aumentos (10x, 40x y 100x).
4. Identifica los tipos celulares de cada tejido en las laminillas histológicas observadas.
5. Esquematiza y rotula cada tipo de tejido anotando las diferencias morfológicas.
6. Documenta fotográficamente sus hallazgos.
7. Registra sus observaciones en su bitácora de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio y aceite inmersión
- Laminillas histológicas
- Atlas histológicos de referencias
- Proyector
- Dispositivo con cámara

- Bitácora de laboratorio

Práctica 9: Tejido nervioso

Duración

02 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Localiza bajo el microscopio el tejido nervioso, sus tipos celulares (neuronas y células gliales) y sus estructuras en diversos materiales de la colección histológica de la Facultad.
3. Distingue los tipos de neuronas en diferentes aumentos (10x, 40x y 100x).
4. Identifica los tipos celulares de cada tejido en las laminillas histológicas observadas.
5. Esquematiza y rotula cada tipo de tejido anotando las diferencias morfológicas.
6. Documenta fotográficamente sus hallazgos.
7. Registra sus observaciones en su bitácora de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio y aceite inmersión
- Laminillas histológicas
- Atlas histológicos de referencias
- Proyector
- Dispositivo con cámara
- Bitácora de laboratorio

Unidad IV. Histología comparada: Integración Tisular en Órganos y Organismos

Práctica 10: Proyecto de histología comparada

Duración

04 horas

Procedimiento

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona las laminillas histológicas del organismo, órgano y tejido seleccionado para el desarrollo de su proyecto, de la colección histológica de la Facultad.
3. Observa bajo el microscopio los tejidos a comparar para su análisis y caracterización.

4. Revisa referencias bibliográficas especializadas para el contraste de la información.
5. Esquematiza y documenta fotográficamente sus hallazgos para la presentación de su proyecto.
6. Recibe retroalimentación docente.

Recursos de apoyo

- Microscopio y aceite inmersión
- Laminillas histológicas
- Atlas histológicos de referencias
- Referencias bibliográficas especializadas
- Dispositivo con cámara

IX. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer la forma de trabajo, los criterios de evaluación, la calidad de los trabajos académicos, así como los derechos y obligaciones entre docente y estudiante.

Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Trabajo colaborativo
- Trabajo de laboratorio

Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje basado en investigación
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en proyectos
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Cuadros comparativos

- Técnica expositiva
- Trabajo de laboratorio

X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

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

Criterios de evaluación

– Evaluaciones parciales	30%
– Bitácora de laboratorio	20%
– Atlas Histológico Digital	30%
– Proyecto de Histología Comparada	20%
<i>Total</i>	100%

XI. REFERENCIAS

Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Gartner L., J. Hiatt. (2015). *Atlas en color y texto de histología* (6ª ed.). Panamericana. [clásica].

Junqueira, L.C. y Caneiro. J. (2006). *Histología básica* (6ª ed.). Panamericana. [clásica].

Mescher A. (2013). *Junqueira's basic histology: Text and atlas* (13th ed.). McGraw Hill. [clásica].

Paniagua R. (2002). *Citología e histología vegetal y animal*. McGraw Hill Interamericana. [clásica].

Ross M. H. Wojciech, P. (2016). *Histology: a text and atlas: With correlated cell and molecular biology*. (7th ed.). Lippincott Williams & Wilkins. [clásica].

Welsch U. (2014). Sobotta. *Histología con la colaboración de Thomas Deller* (3ª ed.). Panamericana. [clásico].

Marquez, J. S. (2014). *Biología de Angiospermas*. UNAM. [clásica].

Recursos de acceso libre o complementarios externos

Alonso P. (2011). *Manual de histología vegetal*. Mundi Prensa Libros.

<https://es.scribd.com/document/437673840/MANUAL-DE-HISTOLOGIA-VEGETAL-pdf>

Megías, M., Molist, P. y Pombal, M. A. (s. f.). *Atlas de histología vegetal y animal*.

Universidad de Vigo. <https://mmegias.webs.uvigo.es/>

XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología o área afín, con conocimientos avanzados en histología vegetal y animal de vertebrados e invertebrados, y experiencia en técnicas histológicas. Con estudios de posgrado en el área de ciencias naturales y dos años de experiencia docente en educación superior. Ser proactivo, analítico y que fomente el trabajo en equipo.



Universidad Autónoma de Baja California
Coordinación General de Formación Profesional

Evaluación externa e interna del programa educativo
de la Licenciatura en Biología

Dra. Edna Luna Serrano
Responsable Técnico

Dra, Alma Delia Hernández Villafaña
Colaborador

Ensenada, Baja California, febrero de 2025

Contenido

Presentación.....	4
Sección I. Evaluación externa del programa educativo de Licenciatura en Biología	5
Introducción.....	5
Objetivo general	5
Estudio 1.1 Evaluación de la pertinencia social	6
1.1.1 Análisis de necesidades sociales.....	6
1.1.2 Análisis del mercado laboral	15
1.1.3 Estudio de egresados	22
1.1.4 Análisis de oferta y demanda.....	29
Estudio 1.2 Evaluación de referentes	38
1.2.1 Análisis de la profesión y su prospectiva	38
1.2.2 Análisis comparativo de programas educativos.....	41
Sección II. Evaluación interna del programa educativo de la Licenciatura en Biología.....	43
Introducción.....	43
Estudio 2.1. Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo.....	45
2.1.1 Propósitos del programa, misión y visión	50
2.1.2. Condiciones generales de operación del programa educativo.....	57
Conclusiones Estudio 2.1. Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo	61
Estudio 2.2. Evaluación del currículo.....	63
2.2.1 Modelo educativo y plan de estudios	68
2.2.2 Actividades para la formación integral.....	81
Conclusiones Estudio 2.2. Evaluación del currículo	85
Estudio 2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes en el programa educativo.....	88
2.3.1 Proceso de ingreso al programa educativo	93
2.3.2 Indicadores de trayectoria escolar	95
2.3.3 Participación de los estudiantes en programas de apoyo.....	43

2.3.4 Resultados de los estudiantes	57
Conclusiones Estudio 2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa educativo	62
Estudio 2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios	66
2.4.1 Personal académico	72
2.4.2 Infraestructura académica.....	79
2.4.3 Infraestructura física.....	84
2.4.4 Servicios de apoyo.....	87
Conclusiones Estudio 2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios	89
Referencias	92
Apéndices	95

Presentación

La Universidad Autónoma de Baja California es una institución comprometida con la calidad educativa en apego a lineamientos rigurosos, sistemáticos y continuos que favorezcan los procesos educativos. Una de las tareas que se realizan es la evaluación de programas educativos con el fin de identificar las fortalezas y áreas de mejora. Este documento es una evaluación realizada al programa educativo de la Licenciatura en Gastronomía, con el propósito de brindar información que sustente la modificación o actualización del programa educativo.

La evaluación está dividida en dos secciones: Evaluación externa y Evaluación Interna. Cada una está conformada por objetivos, método, resultados organizados con base en la estructura de las secciones —estudios, análisis o categorías— y conclusiones. A continuación, se detalla cada sección.

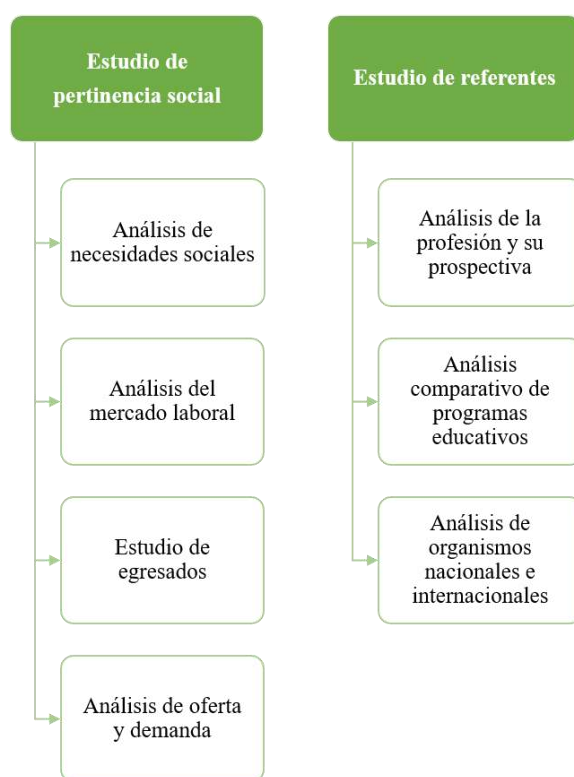
Sección I. Evaluación externa del programa educativo de Licenciatura en Biología

Introducción

La Evaluación externa del programa educativo de Biología se conforma de dos estudios: 1.1 Estudio de pertinencia social y 1.2 Estudio de referentes. Cada estudio compromete análisis particulares, tal como se muestra en la Figura 1.1.

Figura 1.1

Estructura de los estudios de la Evaluación externa del programa educativo de Biología



Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Objetivo general

El objetivo general de la Evaluación externa es valorar la pertinencia social del programa educativo y analizar los referentes nacionales e internacionales que fundamenten la

creación, modificación o actualización. La Tabla 1.1 muestra los objetivos generales de los dos estudios pertenecientes a esta evaluación.

Tabla 1.1

Objetivos generales y específicos de los estudios en la Evaluación externa

Objetivo general	Análisis específicos
1.1 Estudio de pertinencia social	
Evaluar la pertinencia social que fundamente la creación, modificación o actualización de programas educativos de licenciatura.	1.1.1 Análisis de necesidades sociales
	1.1.2 Análisis del mercado laboral
	1.1.3 Estudio de egresados
	1.1.4 Análisis de oferta y demanda
1.2 Estudio de referentes	
Analizar referentes estratégicos donde se inscribe la profesión del programa educativo, los programas iguales o afines y los referentes nacionales e internacionales que permiten fundamentar la creación, modificación o actualización del programa.	1.2.1 Análisis de la profesión y su prospectiva.
	1.2.2 Análisis comparativo.
	1.2.3 Análisis de organismos nacionales e internacionales.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Estudio 1.1 Evaluación de la pertinencia social

El objetivo general fue evaluar la pertinencia social que fundamente la creación, modificación o actualización de programas educativos. Para tal fin, se abordaron cuatro análisis: 1.1.1 Análisis de necesidades sociales, 1.1.2 Análisis del mercado laboral, 1.1.3 Estudio de egresados y 1.1.4 Análisis de oferta y demanda.

1.1.1 Análisis de necesidades sociales

Objetivo. El objetivo general y los objetivos específico se exponen en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2

Objetivos del Análisis de necesidades sociales

Objetivo general	Objetivo específico
Determinar las necesidades y problemáticas sociales estatales, región	Identificar el contexto geográfico, demográfico, social, cultural, económico y político tanto regional como nacional e internacional en el que se inscribe el programa educativo.
ales, nacionales e internacionales (actuales y futuras) que atenderá o atiende el programa educativo y los egresados.	Analizar las necesidades y problemáticas sociales estatales, regionales, nacionales e internacionales que atenderá o atiende el programa educativo.
	Realizar un análisis prospectivo de las necesidades y problemáticas sociales que atenderá o atiende el programa educativo.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, *Universidad Autónoma de Baja California*. CC BY-NC-ND.

Método. Se conformó una investigación documental para identificar las necesidades sociales de la profesión en biología.

Materiales. Fueron estudiados diversos documentos identificados y sitios web. Los documentos principales se enlistan a continuación:

- Aspectos geográficos: Baja California (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, [INEGI], 2021).
- Data México (2023)
- Metodología para realizar estudios que fundamentan la creación, modificación o actualización de programas educativos (Serna y Castro, 2018).
- Bases de datos: EBSCOhost, *Web of Science*. y *Scopus*.
- Indicadores de características educativas de la población México en cifras (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2021).
- Anuarios Estadísticos de Educación Superior: Ciclo escolar 2023-2024 (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior [ANUIES], 2024).
- Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2022-2027 (Gobierno del Estado de Baja California, 2022).

Procedimiento. El análisis documental consistió en la revisión detallada de los materiales, con el fin de atender los objetivos específicos del Análisis de necesidades sociales.

Resultados. Los resultados se organizan en tres apartados correspondientes a los objetivos específicos del Análisis de necesidades sociales.

Contexto geográfico, demográfico, social, cultural, económico y político tanto regional como nacional e internacional en el que se inscribe el programa educativo. En inicio, es importante poner de manifiesto el alcance del campo de la biología en la generación de conocimiento sobre el funcionamiento de la vida, así como su implementación para la producción de alimentos, la salud o la gestión sustentable de los recursos naturales (Aguilar, 2020).

A nivel internacional, el Gobierno Español tiene una amplia red de espacios naturales de conservación protegidos estipulados en la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Boletín Oficial del Estado, 2007; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024a) según lo dispuesto en Convenios y Acuerdos internacionales. Dichas áreas son: a) los Humedales de Importancia Internacional, b) los sitios naturales de la Lista del Patrimonio Mundial, c) las áreas protegidas del Convenio para la protección del medio ambiente marino del Atlántico del Nordeste (OSPAR, por sus siglas en ingles de *Oslo and Paris*), d) las Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM), e) los Geoparques, f) la Red Española de Reservas de la Biosfera (RERB) y g) las Reservas biogenéticas (ver Tabla 1.2).

Tabla 1.2
Áreas protegidas por instrumentos internacionales en España

Área protegida	Instrumento internacional	Descripción general
Humedales de Importancia Internacional o Lista Rosmar	Convenio de Ramsar	Resguardo de zonas húmedas por su importancia ecológica con el propósito de preservar la biodiversidad. Hábitat de Aves Acuáticas ^a .
Sitios naturales de la Lista del Patrimonio Mundial	Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de UNESCO	Protección del patrimonio mundial (monumentos naturales hechos por composición física y biológicas o por grupos; formaciones geológicas y

Área protegida	Instrumento internacional	Descripción general
		fisiográficas y las zonas de hábitat de especies animales y vegetales amenazadas; lugares o zonas naturales con un valor universal excepcional para la ciencia, la conservación o la belleza natural) frente a amenazas de destrucción ^b .
Ecosistemas marinos	Convenio para la protección del medio ambiente marino del Atlántico del nordeste (OSPAR)	Asegurar la gestión y uso sostenible de los recursos costeros, marinos y oceánicos ^c .
Las Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM)	Convenio para la protección del medio marino y de la región costera del Mediterráneo (Convenio de Barcelona).	Las ZEPIM refiere a zonas que acogen hábitats de especies en riesgo relevantes para la preservación de la diversidad biológica en el Mediterráneo, además de tener importancia científica o cultural ^d .
Geoparques Mundiales	UNESCO	Enfoque holístico de protección, educación y desarrollo sostenible de zonas geográficas únicas y consolidadas ^e .
RERB	UNESCO	Supervisa y promueve la conservación de las Reservas de la Biosfera (RB) ^f .
Reservas biogenéticas	Consejo de Europa	Áreas que dependen de un régimen legal de protección identificadas por uno o más tipos de ecosistemas habituales, únicos, amenazados o raros ^g .

Nota. ^a De “Lista Ramsar y aportación española”, por Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023a. CC BY-NC-ND. ^b “Los sitios naturales de la Lista del Patrimonio Mundial”, por Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023b. CC BY-NC-ND. ^c De “Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas”, por Comisión OSPAR, 2020. CC BY-NC-ND. ^d De “Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo”, por Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024c. CC BY-NC-ND. ^e De “Geoparques mundiales de la UNESCO”, por UNESCO, 2023. CC BY-NC-ND. ^f De “Qué es la RERB”, por Red Española de Reservas de la Biosfera, 2016. CC BY-NC-ND. ^g De “Las Reservas biogenéticas”, por Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024b. CC BY-NC-ND.

El cuidado de las anteriores áreas protegidas se sustenta en los principios de valorar el patrimonio natural, el sostenimiento de procesos ecológicos vitales, la conservación de la diversidad biológica, genética de poblaciones y especies, y del resguardo de la diversificación, singularidad y belleza de los ecosistemas naturales, de la variedad geológica y del paisaje (Boletín Oficial del Estado, 2007).

Destaca igualmente el estudio de la biología en el incremento acelerado y especialización en áreas disciplinares como la biología celular, la bioquímica, la ingeniería genética, la biotecnología (Tineo et al., 2022) y la bioeconomía (Rodríguez et al., 2019). De esta forma, se destaca la implicación diversificada del biólogo para la conservación, innovación y mejor entendimiento de los acontecimientos pasados y posibles escenarios futuros.

En América Latina, se reconoce que la educación en biología posibilita la comprensión y solución de problemáticas sociales y ambientales, contribuyendo también a la formación de la población latinoamericana en el reconocimiento de su participación y compromiso en la edificación digna con el entorno, bajo los principios de la equidad, inclusión y justicia (Fonseca et al., 2021).

Con relación al Gobierno de México (2023), se identifica al biólogo como el profesional dedicado al estudio de la vida y sus aportaciones a nivel macro abonan al bienestar del planeta. Asimismo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2022) reconoce el campo de acción del profesional en biología dirigido tanto a la cuidado y preservación de los recursos naturales como su valiosa participación en complejo debate de las problemáticas ambientales que incluyen cuestiones culturales, socioeconómicas y políticas. Se resalta que, a nivel nacional, la SEMARNAT (2016) dirige sus esfuerzos en la conservación y manejo sustentable de los ecosistemas, la prevención y supervisión de la contaminación, el aprovechamiento de los recursos hídricos y la lucha contra el cambio climático.

Entrado en materia, se considera pertinente identificar a la población con estudios en Educación Media Superior (EMS) por anteceder a la educación superior. a nivel nacional, en el año 2020 el 24.0% de la población contaba con Educación Media Superior (EMS), en Baja California este porcentaje era de 28.0 (INEGI, 2021). Asimismo, el estado con mayor porcentaje de población con estudios de nivel medio superior concluidos fue Baja California Sur con 29.2%, seguidos de Quintana Roo con 28.7% y Ciudad de México con 27.1%. en cambio, los estados con menor porcentaje en este tema fueron Chiapas con 18.2%, Oaxaca 18.5% y Zacatecas 19.0% (INEGI, 2021).

Respecto al contexto nacional del programa de estudio de Biología o Licenciatura en Biología (LB), con base en la estadística de Educación Superior (ES) de la ANUIES (2024), el tipo de sostenimiento público concentra el 98.8% estudiantes en el ciclo escolar 2023-2024 (ver Tabla 1.3).

Tabla 1.3

Tipo de sostenimiento del programa educativo en Biología

Tipo de sostenimiento	Matrícula	%
Privado	302	1.17
Público	25,532	98.83
Total	25,834	100

Nota. De “Anuarios Estadísticos de Educación Superior: Ciclo escolar 2023-2024”, por Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2024. CC BY-NC-ND.

Asimismo, el estado donde se encuentra el mayor porcentaje de estudiantes en Biología en universidades públicas es Ciudad de México (35.4%); mientras que Puebla contiene el porcentaje más alto, pero en educación privada (38.4%) (ver Tabla 1.4).

Tabla 1.4

Tipo de sostenimiento del programa educativo en Biología por estado

Estado	Tipo de sostenimiento			
	Público		Privado	
	Matrícula	%	Matrícula	%
Aguascalientes	192	0.75		
Baja California	384	1.50		
Campeche	269	1.05		
Chiapas	479	1.88		
Chihuahua	321	1.26		
Ciudad de México	9,057	35.47	100	33.11
Coahuila			1	0.33
Colima	104	0.41		
Durango	294	1.15		
Guanajuato	258	1.01		
Guerrero	304	1.19		
Hidalgo	761	2.98		
Jalisco	2,234	8.75		
Michoacán	802	3.14		
Morelos	1041	4.08	7	2.32
Nayarit	222	0.87		

Estado	Tipo de sostenimiento			
	Público		Privado	
	Matrícula	%	Matrícula	%
Nuevo León	923	3.62		
Oaxaca	650	2.55		
Puebla	1,316	5.15	116	38.41
Querétaro	228	0.89	78	25.83
Quintana Roo	362	1.42		
San Luis Potosí	190	0.74		
Sinaloa	843	3.30		
Sonora	738	2.89		
Tabasco	615	2.41		
Tamaulipas	350	1.37		
Tlaxcala	147	0.58		
Veracruz	1368	5.36		
Yucatán	842	3.30		
Zacatecas	238	0.93		
Totales	25,532	100	302	100

Nota. De “Anuarios Estadísticos de Educación Superior: Ciclo escolar 2023-2024”, por Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2024. CC BY-NC-ND.

Respecto a BC, se considera relevante señalar algunas características generales de del estado. BC se encuentra localizado en la frontera norte de México, cuenta con seis Municipios, su capital es Mexicali; el porcentaje territorial del Estado representa el 3.6% de la superficie del país (INEGI, 2021). Al 2020, la población de BC fue de 3,769, 020 habitantes: 50.4% hombres y 49.6% mujeres; de cara al 2010, la población aumentó un 19.5% (Data México, 2023; INEGI, 2021).

Asimismo, en BC la diversidad biológica y de ecosistemas es rica en especies y condiciones ecológicas (Gobierno del Estado de Baja California, 2022). El turismo es un pilar de desarrollo económico en el estado; es un destino atractivo tanto para extranjeros del sur de Estados Unidos de América como para visitantes nacionales. Anualmente, la cifra aproximada de visitantes nacionales e internacionales fue de 27 millones, con el objetivo principal de disfrutar de la gastronomía de la localidad —8,766,839 personas, lo que representa el 31.3%— (Secretaría de Turismo del Estado de Baja California, 2022, como se cita en Gobierno del Estado de Baja California, 2022). Cabe destacar que

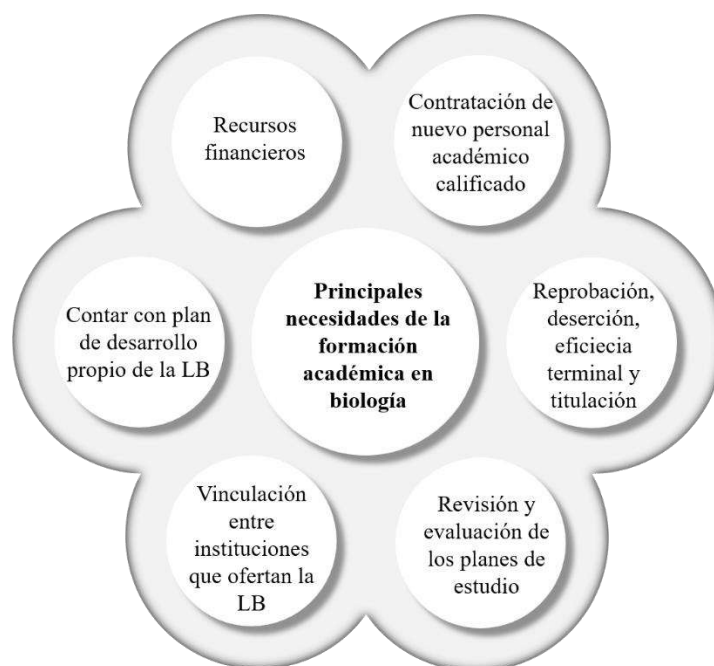
Específicamente, el municipio de Ensenada es el más grande del país territorialmente (19,526.8km²), se destaca por ser un puerto de altura con terminales marítimas y cruceros turísticos, reconocido por su valle vitivinícola, gastronomía, parques nacionales, playas e infraestructura educativa (Gobierno del Estado de Baja California, 2022).

Necesidades y problemáticas sociales estatales, regionales, nacionales e internacionales que atenderá o atiende el programa educativo. En inicio, se reconoce la relación de la biología en cualquier contexto, de aquí la complejidad de delimitar su universo de trabajo. Además, existe una débil cultura de evaluación de las IES en área del conocimiento que posibilite reflexionar y retroalimentar las practicas (Zarza, 2016).

Aunado a lo anterior, Zarza (2016) menciona que a partir de 2015 se emprendieron procesos de evaluación de las carreras vinculadas con las ciencias biológicas, con el objetivo de determinar el área de trabajo en la LB. El autor, con base en los procesos de acreditación del Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología, A. C., reconoce seis problemáticas de la LB: 1) carencia de recursos financieros para atender las necesidades de los programas educativos, 2) falta de contratación de nuevo personal académico de alto nivel de habilitación que contribuya a la consolidación de cuerpos académicos y fortalecimiento de la investigación, 3) atención a la reprobación, deserción, eficiencia terminal y titulación del estudiantado, 4) revisión y evaluación de planes de estudio insuficiente, 5) escasa vinculación entre instituciones que obstaculiza el intercambio estudiantil y 6) ausencia de un plan de desarrollo propio de los programas educativos, que en su defecto se basan en el plan de desarrollo institucional (ver Figura 12).

Figura 1.2

Principales necesidades de la LB



Nota. De “La acreditación de las licenciaturas de las ciencias biológicas en México: avances y perspectivas”, por Zarza, 2016. *Clave editorial*. CC BY-NC-ND.

Adicionalmente, se requiere de equipamiento e infraestructura —aulas, laboratorios, instrumentos especializados, equipo tecnológico— en las instituciones, para contribuir a una formación de calidad (Zarza, 2016).

Prospectiva de las necesidades y problemáticas sociales que atenderá o atiende el programa educativo. La educación forma parte del proceso económico de globalización, por tanto, los profesionales en Biología deben ser altamente competitivos, ya que desempeñan un papel estratégico en la economía de las naciones (Zarza, 2016).

En México, los programas educativos en Biología han promovido diversas acciones, con el fin de abatir las necesidades a las que se enfrentan, entre estas destacan las siguientes: a) repatriación y contratación de docentes investigadores con plazas orientadas a los perfiles de promoción y desarrollo profesional, b) restructuración de cuerpos académicos registrados ante la Secretaría de Educación Pública (SEP), c) diversificación de opciones para la titulación, d) reorganización y actualización de planes de estudio y e) fortalecimiento de los vínculos y convenios entre instituciones para favorecer el intercambio de estudiantes y docentes (Zarza, 2016).

1.1.2 Análisis del mercado laboral

Objetivo. La Tabla 1.6 presenta el objetivo general y específicos de este análisis.

Tabla 1.6

Objetivos del Análisis del mercado laboral

Objetivo general	Objetivo específico
Determinar las necesidades y problemáticas (actuales y futuras) del mercado laboral (estatal, regional, nacional y global) que atenderá o atiende el egresado del programa educativo.	Analizar el mercado laboral actual y futuro donde se insertará el egresado del programa educativo.
	Identificar los requerimientos del mercado laboral, en términos del perfil que debe tener el egresado.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Método. Se realizó una investigación documental y una investigación empírica para determinar las necesidades del mercado laboral del egresado de Biología.

Participantes. Respecto a la investigación empírica, se invitó a participar a todos los empleadores y fue conformada una muestra no probabilística de ocho, esto representó el 61.5% de la población total de empleadores. De la muestra, cinco de los empleadores (62.5%) eran de sexo femenino y tres (37.5%) de sexo masculino; respecto a la edad, el rango de 41 a 45 años fue el de mayor presencia con cuatro participantes (50.0%). Respecto al nivel máximo de estudios, las frecuencias fueron las mismas para cada nivel (25.0%), y, la mitad de los empleadores señalaron que la empresa u organización en la que laboraban pertenecía al sector público (50.0%) (ver Tabla 1.7).

Tabla 1.7

Características generales de la muestra de empleadores

Ítem	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	5	62.5
	Masculino	3	37.5
Edad	25 años o menos	1	12.5
	26-30 años	--	--
	31-35 años	1	12.5
	36-40 años	--	--
	41-45 años	4	50.0

Ítem	Respuestas	Frecuencias	%
	46-50 años	1	12.5
	51-55 años	--	--
	56 años o más	1	12.5
Máximo nivel de estudios	Licenciatura o Ingeniería	2	25.0
	Maestría	2	25.0
	Doctorado	2	25.0
	Posdoctorado	2	25.0
Sector al que pertenece la empresa u organización	Público	4	50.0
	Privado sin ánimo de lucro (Asociación)	3	37.5
	Privado	--	--
	Otro: jubilada	1	12.5

Materiales. Los principales documentos y sitios web de análisis de la investigación documental fueron los siguientes:

- Páginas web: Observatorio laboral del Gobierno de México, Forbes México, Banco Mundial, Instituto Mexicano para la competitividad (IMCO) A.C.
- Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2022-2027 (Gobierno del Estado de Baja California, 2022).
- Bases de datos: EBSCOhost, *Web of Science*. y *Scopus*.
- Metodología para realizar estudios que fundamentan la creación, modificación o actualización de programas educativos (Serna y Castro, 2018).
- Cuestionario dirigido a empleadores adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (ver Apéndice A).

Procedimiento. Para el análisis documental se estudiaron los materiales, a la luz de los objetivos específicos del Análisis de necesidades sociales.

En el caso de la investigación empírica, la aplicación de los cuestionarios se administró y supervisó por medio del *software LimeSurvey* versión 1.92+ build 120919. De

esta manera fueron enviados los cuestionarios para la muestra de participantes. El procesamiento de la información conllevó análisis descriptivos de los datos resultantes de los ítems cerrados y análisis de contenido de la información derivada de los ítems abiertos.

Resultados. Los resultados se organizan en dos apartados correspondientes a los objetivos específicos del Análisis del mercado laboral. Es importante señalar que, en el análisis descriptivo se contó con la participación de toda la muestra; pero los comentarios abiertos eran opcionales, por tanto, la tasa promedio de respuesta del análisis cualitativo fue de 37.5%.

Mercado laboral actual y futuro donde se insertará el egresado del programa educativo. Actualmente, el mercado laboral es una de las cuestiones problemáticas de mayor tensión en los países en desarrollo, un tercio de los trabajos corresponden al empleo asalariado formal y las diferencias laborales de género continúan presentes (Walker et al., 2022). Asimismo, existe una limitada disponibilidad de empleos de calidad en los países en desarrollo, principalmente derivado del reto demográfico que afrontan los países de bajos ingresos (Banco Mundial, 2023).

Respecto a las tendencias de empleo profesional en México del primer trimestre de 2023, con base en la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), los resultados reflejan que las áreas de conocimiento con el mayor número de profesionistas ocupados son: Administración y Negocios, Ciencias Sociales y Derecho e Ingeniería, Manufactura y Construcción (Gobierno de México, 2024). En la UABC, la carrera de Biología se ubica en el área de conocimiento Ciencias Naturales y Exactas (UABC, 2021c) (ver Tabla 1.8).

Tabla 1.8

Estadísticas del empleo profesional del primer trimestre de 2024 en México

Área de conocimiento	Profesionistas ocupados (mo ^a)	Profesionistas ocupados por sexo (%)		Por posición en la ocupación (%)			Estimación de ingresos mensuales (\$)
		M ^b	H ^c	T ^d	E ^e	Tc ^f	
Administración y Negocios	2,793	49.4	50.6	78.9	7.6	13.5	15,955

Ciencias Sociales y Derecho	2,023	53.5	46.5	74.7	5.9	19.4	14,395
Ingeniería, Manufactura y Construcción	1,929	20.0	80.0	78.4	9.5	12.1	16,888
Educación	1,564	67.5	32.5	92.2	1.7	6.1	12,429
Ciencias de la Salud	1,061	64.6	35.4	75.5	6.7	17.9	15,607
TIC	859	28.0	72.	85.0	3.5	11.5	16,790
Artes y Humanidades	460	51.5	49.5	72.2	5.4	22.4	14,215
Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística	310	48.9	51.1	86.4	3.8	9.9	16,604
Servicios	268	48.9	51.1	75.2	8.0	16.8	12,708
Agronomía y Veterinaria	264	20.5	79.5	60.3	14.5	25.2	13,254

Nota. ^a mo=miles de ocupados. ^b M=Mujeres. ^c H=Hombres. ^d T=Trabajadores subordinados y remunerados. ^e E=Empleadores. ^f Tc=Trabajadores por cuenta propia. De “Tendencias del empleo profesional: primer trimestre 2023”, por Gobierno de México, 2023. CC BY-NC-ND.

Con base en lo anterior, las áreas de Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística, Agronomía y Veterinaria, y Servicios son las que tiene menos número de ocupados con 842,206 profesionistas entre las tres. Sin embargo, el área de Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística se ubica dentro de las tres con ingresos mensuales más altos con \$16,604. Específicamente, las carreras con el ingreso promedio mensual más elevado son: Estadística \$27,929, Finanzas, banca y seguros \$26,399 y Ciencias de la tierra y de la atmósfera \$24,148 (Gobierno de México, 2024).

Por su parte, el IMCO (2024) al 2024 señala que las personas que estudiaron Biología fueron 110,499, representando el 0.7% del total de las personas con carrera. De estos, el 57.7% son mujeres y el 42.3% son hombres; la edad de distribución es 82.6% de 30 o más años y 17.4% menos de 30 años; y los nuevos egresados al mercado laboral son 4,180 biólogos (IMCO, 2024).

Asimismo, según el IMCO (2024), la tasa de ocupación del biólogo es de 95.7%, la tasa de desempleo es de 4.3% y la proporción de profesionales ocupados que trabajan en el

sector informal es de 24.1%. En la Tabla 1.9 se muestran los principales sectores en los laboran.

Tabla 1.9

Algunas condiciones laborales del Biólogo

Principales sectores en los que trabajan	%
Servicios sociales	40.1
Comercio	13.5
Servicios profesionales, financieros y corporativos	12.0
Gobierno y organismos internacionales	11.6
Industria manufacturera	6.4
Agricultura y ganadería	5.8
Restaurantes y alojamientos	4.9
Servicios diversos	2.7
Transportes y comunicaciones	1.6
Industria extractiva	0.5
Posición que ocupan	%
Subordinado	84.0
Empleador	2.7
Cuenta propia	10.7
Trabajo sin pago	2.7

Nota. De “Biología: cuántos son”, por Instituto Mexicano para la Competitividad, 2024. CC BY-NC-ND.

El IMCO (2024) indica que la probabilidad de que un Biólogo obtenga un empleo de calidad es de 76.5%. En el tema de posgrado, el IMCO advierte que el 14.3% del total de personas que estudian Biología cuentan con un posgrado.

Requerimientos del mercado laboral, en términos del perfil que debe tener el egresado. Es importante subrayar que, en América Latina las tendencias de contratación de diferentes sectores se han transformado y adaptado al reclutamiento de talento digital derivado de la post-pandemia, este cambio conduce a una reconfiguración en la contratación y en las capacidades que se esperan de los profesionales (Forbes, 2020; Hays, 2022). Así, México en últimos años ha presentado un desarrollo del empleo conducido principalmente por el avance tecnológico (Gobierno de México, 2023).

Opinión de los empleadores: el 37.5% estuvo de acuerdo en que la formación profesional del egresado de Biología corresponde a las exigencias actuales del campo laboral, pero, con el mismo porcentaje (37.5) los empleadores señalaron estar en

desacuerdo. Al respecto, un empleador comentó estimar que el egresado carece de información sobre las oportunidades profesionales con las que cuenta: “Hay muchas áreas de oportunidad en la que los estudiantes podrían desarrollarse profesionalmente y parece que tienen poco o nulo conocimiento sobre estas oportunidades” (Em_1_7). Además, el 50.0% coincidió en estar en desacuerdo respecto a la formación del egresado frente a las demandas del mercado laboral del futuro (ver Tabla 1.10).

Tabla 1.10

Opinión de empleadores sobre la formación profesional de los egresados en Biología

Ítems	Respuestas (%)				
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente de acuerdo
La formación profesional de los egresados de la carrera en LG es acorde a las demandas del mercado laboral actual:	12.5	37.5	12.5	37.5	--
La formación profesional de los egresados de la carrera en LG es acorde a las demandas del mercado laboral futuro:	12.5	37.5	--	50.0	--

Asimismo, el 75.0% de los empleadores estimó una demanda actual media de la carrera de Biología y el 75.0% consideró una alta demanda futura. Puntualizaron también que, actualmente, se requieren bastantes conocimientos y habilidades de los egresados de la carrera para el trabajo (75.0%) (ver Tabla 1.11).

Tabla 1.11

Opinión de empleadores sobre la formación profesional de los egresados de Biología

Ítems	Respuestas (%)		
	Alta	Media	Baja
En la actualidad, considera que la demanda de la carrera es:	25.0	75.0	--
En el futuro, considera que la demanda de la carrera en LG será:	75.0	25.0	--

Ítems	Respuestas (%)			
	Nada	Poco	Bastante	Mucho
¿En qué medida, el trabajo actual requiere más conocimientos y habilidades de los egresados de la carrera?	--	12.5	75.0	12.5

En específico, los empleadores destacaron la necesidad de estudiar los perfiles de egreso del Biólogo para que distinga los conocimientos vinculados con otras disciplinas:

Es necesario revisar los perfiles de egreso y fortalecer las habilidades de los egresados para que estén a la altura de las necesidades del mercado laboral. Sean capaces de complementar sus conocimientos con otras disciplinas y coordinarse con grupos de multidisciplinarios de trabajo. Así también se requiere sean capaces de desarrollar habilidades de gestión de recursos y formulación de proyectos.

(Em_2_5).

Además, el 62.5% de los empleadores indicaron ofrecer un programa de capacitación previo a la contratación de los egresados de la carrera en Biología, frente 37.5% que se refirió no hacerlo.

Con relación a los estudios de posgrado, un empleador resaltó como un acierto la postura para atender situaciones problemáticas de los egresados de Biología:

tienen una perspectiva muy particular para abordar problemas, que no tienen otros egresados en Oceanología, Ciencias Ambientales o Acuaculturas; la perspectiva en general es más de pregunta científica que de tecnólogos, lo cual es una ventaja para quienes decidan irse a un posgrado. (Em_2_6)

Por último, los empleadores sugirieron un mayor rigor académico y contar con un programa de estudio que le permita al egresado posicionarse en campo laboral:

La capacidad tanto teórica como practica de los egresados de la carrera de biología es bastante deficiente, carecen de capacidades de redacción, resolución de problemas, técnicas básicas de campo. Es indispensable mejorar los programas de estudio para que se capaciten de una mejor manera, de otra forma, los egresados de biología de la UABC serán desplazados por estudiantes de otras universidades del país en su búsqueda por empleo. (Em_2_3)

1.1.3 Estudio de egresados

Objetivo. El objetivo general del estudio de egresados fue analizar las experiencias de los egresados de Biología según su desempeño en el mercado laboral para retroalimentar el programa educativo (ver Tabla 1.12).

Tabla 1.12

Objetivos del Estudio de egresados

Objetivo general	Objetivo específico
Analizar las expresiones de los egresados de acuerdo con su desempeño en el mercado laboral con la finalidad de retroalimentar el programa educativo.	Identificar la situación sociodemográfica y laboral de los egresados del programa educativo.
	Explicar el nivel de satisfacción de los egresados con la formación recibida, para resolver necesidades y problemáticas del mercado laboral y de la sociedad.
	Estimar la relación de las diversas modalidades de aprendizaje con la formación integral del egresado.
	Identificar el interés del egresado por su desarrollo profesional.
	Establecer las nuevas competencias predominantes y emergentes requeridas por el mercado laboral.
	Analizar las recomendaciones de los egresados para mejorar el programa educativo.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Método. Se realizó una investigación empírica para estudiar las experiencias de los egresados de la carrera de Biología.

Participantes. La investigación empírica involucró la participación de una muestra no probabilística de 31 egresados (20 respuestas completas y 11 respuestas parciales) lo que representó el 49.2% de la población a la que se le envió el cuestionario. Las características de los egresados fueron las siguientes:

- 44.7% de los egresados fueron de sexo femenino y 55.3% del sexo masculino,
- el rango de edad con mayor porcentaje fue de 25 años o menos (69.7), le siguieron los rangos entre 31 y 35 años (17.3%) y entre 26 y 30 años (13.0%),

- toda la muestra indicó ser de nacionalidad mexicana,
- 96.8% de los egresados indicaron residir en Baja California, un egresado comentó vivir actualmente en Estados Unidos,
- 69.5% de los egresados señalaron como estado civil soltero(a), 17.4% se encuentran casados y 13.0% en unión libre,
- 86.9% de los egresados no tienen hijos y 12.7% sí.

Materiales. Los materiales empleados fueron los siguientes:

- Metodología para realizar estudios que fundamentan la creación, modificación o actualización de programas educativos (Serna y Castro, 2018).
- Cuestionario dirigido a egresados adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice B).

Procedimiento. Para conocer la opinión de los egresados, la aplicación del cuestionario se gestionó en el *software LimeSurvey* versión 1.92+ build 120919. El estudio de la información conllevó análisis descriptivos de los datos resultantes de los ítems cerrados y análisis de contenido de la información derivada de los ítems abiertos.

Resultados. Los resultados se organizan en seis apartados en atención a los objetivos específicos del Estudio de egresados. Se precisa que, la tasa promedio de respuesta del análisis cualitativo fue de 16.2%; en el análisis descriptivo se contó con la participación de toda la muestra.

Situación sociodemográfica y laboral de los egresados del programa educativo. Respecto a la ocupación laboral, del total de la muestra (31) se encontraban laborando 39.2% y el 60.8% no tenían trabajo. De los egresados que trabajan, el 31.5% ejerce su carrera, mientras que el 15.8% no ha encontrado un trabajo donde pueda desarrollar su carrera; asimismo, el 15.8% labora en una actividad distintiva a su formación profesional,

el 26.2% se encontraba en busca de un empleo y el 10.6% señaló no tener necesidad de trabajar. Cuatro egresados indicaron que cursaban estudios de posgrado. Únicamente dos egresados señalaron que el sector económico al que pertenecía la empresa o institución en la laboraban correspondía al área tecnológica y de acuacultura.

En la pregunta abierta respecto al nombre de la empresa, organización o institución donde el egresado trabajaba (como empleado o de manera independiente) y descripción breve de las actividades de sus labores, las respuestas fueron: UABC, Limbo —repcionista—, TJ Greens —cajero, ventas—, *Research Assistant* —doctorante en *Georgia State University*—, CICESE, Jamaak —cultivo de lechugas en hidroponía—, Pacifico Aquaculture —alimentador tipo A— y Museo Interactivo Tijuana (El Trompo) —guía educativo—.

De los egresados que señalaron laborar (39.2% de la muestra), el 33.3% indicó que su ingreso mensual total oscilaba \$5,000 y \$8,000; con 22.3% se ubicaron egresados que ganan alrededor de \$9,000 y \$12,000, así también, con el mismo porcentaje los ingresos de \$17,000 y \$20,000. El 10.9% de los egresados refirió ganar entre \$13,000 y \$16,000, y el 10.9% restante marcó ganar más de \$20,000 al mes.

Nivel de satisfacción de los egresados con la formación recibida, para resolver necesidades y problemáticas del mercado laboral y de la sociedad. En este apartado, se presentaron respuestas incompletas de los egresados en el cuestionario, del total de la muestra (31) solo 20 respuestas fueron completas, por tanto, algunas opciones de respuesta no suman 100% sino 64.5%, debido a las 11 respuestas parciales; se hará la precisión cuando se presente este caso. Los egresados coincidieron en acuerdo con 32.3% que el enfoque del plan de estudios es general, el 38.7% señaló que la carrera en Biología cuenta con reconocimiento académico y el 25.8% puntualizó pertinente la proporción de teoría y práctica del programa educativo. De igual forma, el 25.8% estuvo de acuerdo en la secuencia del plan de estudios (ver Tabla 1.13).

Tabla 1.13

Opinión de egresados sobre aspectos sobresalientes en la carrera

Ítem	Respuestas (%)				
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<i>Considero que en mi carrera:</i>					
El enfoque del plan de estudios es general	25.8	32.3	3.2	3.2	--
El enfoque del plan de estudios es especializado	6.5	12.9	29.0	6.5	9.7
Cuenta con prestigio académico	16.10	38.7	9.7	--	--
La secuencia de las unidades de aprendizaje del plan de estudios es adecuada	6.5	25.8	16.1	16.1	--
La proporción de teoría y práctica del programa educativo es adecuada	6.5	25.8	12.9	12.9	6.5

Nota. ^a Respuestas parciales, al 64.5%.

Relación de las diversas modalidades de aprendizaje con la formación integral del egresado e interés del egresado por su desarrollo profesional. Para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, el total de egresados (64.5%, porcentaje total de las respuestas parciales) concertó conveniente aumentar el uso de la tecnología de la enseñanza, el 61.3% señalaron aumentar el material de apoyo, el 58.1% propuso aumentar el área de tutorías, y el 48.4% propusieron aumentar las horas destinadas al uso de laboratorios (ver Tabla 1.14).

Tabla 1.14

Opinión de egresados sobre propuestas de mejora del proceso enseñanza-aprendizaje

Ítems	Respuestas (%)		
	Aumente	Disminuya	Siga igual
<i>¿Qué sugerencias harías para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje?</i>			
Que el número de horas clase...	12.9	3.2	48.4
Que el número de horas de taller...	25.8	6.5	32.3
Que el número de horas de laboratorio...	48.4	--	16.1
Que el material de apoyo...	61.3	--	3.2
Que la tecnología de la enseñanza...	64.5	--	--
Que el área de tutorías...	58.1	--	6.5

Nota. ^a Respuestas parciales, al 64.5%.

Referente a las prácticas profesionales, el 78.9% de los egresados señaló que, previo a decidir dónde realizar sus prácticas, se les había brindado información de los programas y el reglamento de prácticas profesionales. Asimismo, el 75.9% refirieron haber recibido dicha información y el 12.0% indicaron no recordar si tal información fue otorgada.

Adicionalmente, el 75.9% de los egresados consideró que la unidad donde realizó sus prácticas profesionales le ayudó a especializarse en el área de su interés. También, el 63.7% de estimaron muy buena la experiencia de las prácticas profesionales en la unidad donde las efectuaron (ver Tabla 1.15).

Tabla 1.15

Opinión de egresados sobre su experiencia en las prácticas profesionales

Ítem	Respuestas (%)				
	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala
¿Cómo califica su experiencia dentro del programa de prácticas profesionales donde las llevó a cabo?	63.7	18.1	18.1	--	--

En el tema de servicio social, el 40.8% valoró como regular la atención que la Coordinación de servicio social de la FC le brindó en el transcurso de su formación profesional (ver Tabla 1.16).

Tabla 1.16

Opinión de egresados respecto al servicio otorgado por la Coordinación de Servicio Social

Ítem	Respuestas (%)				
	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
¿Cómo calificaría el servicio que le brindó la Coordinación de Servicio Social de la escuela durante su formación profesional?	13.6	36.3	40.8	9.2	0

Referente al SSC, el 50% de los egresados señalaron que este servicio fortaleció parcialmente su formación en valores (ver Tabla 1.17).

Tabla 1.1

Opinión de egresados respecto al SSC

Ítem	Respuestas (%)			
	Sí	Parcialmente	No	No estoy seguro
¿Considera que el SSC fortaleció su formación valoral? Es decir, ¿puso en práctica valores como la justicia, libertad, solidaridad, convivencia y respeto?	40.8	50	9.1	0

Correspondiente al SSP, el 54.6% de los egresados indicaron que les fue posible poner en práctica los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que hasta ese momento habían adquirido en su formación profesional (ver Tabla 1.18).

Tabla 1.18

Opinión de egresados respecto SSP

Ítem	Respuestas (%)			
	Sí	Parcialmente	No	No estoy seguro
¿Considera que, en las actividades de SSP que realizó, aplicó los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que hasta entonces había adquirido en su formación profesional?	54.6	40.9	4.5	0

Además, el 59.0% de los egresados precisaron que el SSP sí tiene relación con el trabajo que desempeñan actualmente. Por tanto, el resto de los egresados (40.9%) identificó la nula relación de su escenario laboral con el SSP.

Identificar el interés del egresado por su desarrollo profesional. En el tema de realizar un posgrado, 90.8% de los egresados señalaron tener planes de continuar sus estudios. Por otra parte, el 72.6% estimó que el perfil de emprendedor es importante para el ejercicio de su carrera profesional; el 27.3% señaló lo contrario.

Respecto al idioma inglés, el 39% de los egresados tuvieron una postura imparcial sobre el nivel de dominio solicitado en la carrera frente a la demanda en el campo laboral profesional (ver Tabla 1.19)

Tabla 1.19

Opinión de egresados sobre el dominio del idioma inglés exigido

Ítem	Respuestas (%)				
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
¿Considera que el nivel de inglés que se le exigió en tu carrera es acorde al que se demanda en el campo laboral de su profesión?	21.7	12	39	17.3	8.7

Además, un egresado puntualizó fortalecer los conocimientos sobre avances tecnológicos y la implementación de los aprendizajes en el área laboral: “clases con información y técnicas actualizadas, acorde a los avances tecnológicos que existen, mostrando como pueden ser aplicados los temas de la asignatura al campo laboral” (Eg_3_1.3)

Nuevas competencias predominantes y emergentes requeridas por el mercado laboral. Respecto a los estudios de licenciatura y el campo laboral, 44.4% de los egresados consideró que la formación académica coincide parcialmente con las actividades del escenario laboral, asimismo, el 33.4% estimó una alineación alta y el 11% valoró esta relación como poca y muy poca (11%).

Un comentario realizado por un egresado destacó la cercanía de la universidad con otras instituciones, lo que destaca la necesidad de fortalecer la formación de los profesionales en otras áreas: “La UABC está muy cerca de instituciones de renombre como la SDSU, el CICESE, el CIBNOR, NHMSD ... se requiere estudiar el área entomológica o aracnológica, lo cual deja sin cubrir muchas áreas de oportunidad para proyectos” (Eg_2_2.6).

Recomendaciones de los egresados para mejorar el programa educativo. En los comentarios abiertos los egresados indicaron algunas sugerencias para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en tres temas principales: a) mejorar el Plan de estudios, b) fortalecer la formación continua de los docentes y c) invertir más en equipo e infraestructura (ver Tabla 1.20).

Tabla 1.20

Sugerencias al Plan de estudios de Biología por los egresados

Temas sugeridos	Comentarios de los egresados
Plan de estudios actualizado (unidades de aprendizaje y optativas)	“Los temarios de clase deben mantenerse actualizados con la ciencia actual” (Eg_1_1.1) “Asignaturas y planes de estudio actualizados a los nuevos avances” (Eg_2_1.1) “mayor número de optativas que estén acorde a los intereses de los estudiantes” (Eg_3_1.1) “algunas clases como genética de poblaciones y cuantitativa” (Eg_3_1.2) “Que no junten materias para acortar los años de estudio” (eg_4_1.1) “Los laboratorios de biología molecular no pueden realizarse en tres horas, la realidad exige más tiempo, deberían de ampliar los horarios (Eg_5_1.1) “Es de suma importancia que todas las materias referentes a paleontología y el estudio de la vida del pasado se vuelvan a añadir en el plan de estudios No podemos aprender sobre la vida si no sabemos de donde viene y cómo ha evolucionado con el tiempo” (Eg_2_5) “Los cursos de etapa básica no te preparan para la disciplinaria” (Eg_2_4) “Deberían aumentar las salidas de campo, son muy limitadas” (EG_2_4.1)
Formación continua del profesorado	“muchos docentes tienen enseñando lo mismo desde hace 20 años. Se necesitan docentes jóvenes y preparados que puedan traer nuevas ideas a la facultad sobre todo en áreas del conocimiento con las cuales no cuenta la facultad” (Eg_2_1.2)
Inversión en infraestructura y equipamiento	“La institución debe invertir en material para prácticas de campo y laboratorio” (Eg_1_1.2) “mantengan viables los reactivos para laboratorio, que no recorten el presupuesto para salidas de campo sin demasiado útiles para la formación profesional” (Eg_4_1.2) “aumentar el presupuesto para reactivos y materiales generales” (Eg_5_1.2)

1.1.4 Análisis de oferta y demanda

Objetivo. El objetivo general y los objetivos específicos de este análisis se muestran en la Tabla 1.22.

Tabla 1.21*Objetivos del Análisis de oferta y demanda*

Objetivo general	Objetivo específico
Analizar la oferta de programas educativos y la demanda vocacional para cursar el programa educativo.	Identificar la oferta de programas educativos iguales y/o afines al programa educativo que se pretende crear, modificar o actualizar con el propósito de determinar la posición competitiva que se pretende lograr con el programa educativo.
	Analizar la matrícula de programas educativos iguales y/o afines al programa educativo que se creará, modificará o actualizará con el fin de identificar el comportamiento de la oferta educativa.
	Determinar la demanda vocacional a nivel estatal para cursar el programa educativo.
	Caracterizar a la población estudiantil potencial a ingresar al programa educativo.
	Establecer la relación de la demanda y la oferta en los programas educativos afines o iguales.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, *Universidad Autónoma de Baja California*. CC BY-NC-ND.

Método. El método comprometió una investigación documental con el fin de indagar en la oferta y demanda del programa de estudios de Biología.

Materiales. Fueron analizados diferentes documentos identificados y sitios web. Los documentos principales se enlistan a continuación:

- Página web: Instituto Mexicano para la competitividad (IMCO, 2022)
- Anuarios Estadísticos de Educación Superior: Ciclo escolar 2023-2024 (ANUIES, 2024).
- Estudio de preferencias vocacionales y demanda de carreras profesionales de los estudiantes de Educación Media Superior de Baja California (UABC, 2020b).
- Metodología para realizar estudios que fundamentan la creación, modificación o actualización de programas educativos (Serna y Castro, 2018).

Procedimiento. El análisis documental comprometió el estudio de los materiales en atención a los objetivos comprometidos en este análisis.

Resultados. Los resultados se estructuran en los cinco apartados proporcionados por los objetivos específicos del Análisis de oferta y demanda.

Oferta de programas educativos iguales y/o afines al programa educativo con el propósito de determinar la posición competitiva que se pretende lograr con el programa educativo. El IMCO (2024) señala que la carrera de Biología se encuentra en la posición 37 a nivel nacional de las carreras con mayor número de profesionistas.

En el contexto nacional, la Fundación Universidad de las Américas del estado de Puebla, de sostenimiento privado, oferta la LB con la mayor matrícula (38.4%), con el 67.2% de mujeres y 32.7% de hombres. Así, en el periodo 2023-2024, se matricularon 58.9% mujeres en educación privada y 41.0% hombres (ANUIES, 2024). En el tipo de sostenimiento público, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) de la Ciudad de México concentra la mayor matrícula en la LB (24.1%; 57.5% mujeres y 42.5% hombres), le sigue la Universidad de Guadalajara (UdeG) (8.7%; 58.5% mujeres y 41.5% hombres) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) (5.1%, 60.5 mujeres y 39.5% hombres) (ANUIES, 2024). En suma, con relación al sexo en ambos tipos de sostenimiento en el periodo 2023-2024, el porcentaje de la matrícula de mujeres fue de 57.4 y 42.6 de hombres (ver Tabla 1.5).

Tabla 1.5

Tipo de sostenimiento del programa educativo en Biología por estado, institución, programa educativo y sexo

TS ^a	Nombre de la institución	Estado	Nombre del PE ^b	Matrícula		
				M ^c	H ^d	Total
Particular	Arkansas State University Cq	Querétaro	Licenciatura en Ciencias Biológicas	29	26	55
	Escuela Normal Justo Sierra			13	10	23
	Fundación Universidad de las Américas, Puebla	Puebla	Licenciatura en Biología	78	38	116
	Instituto Superior de Ciencias Químico Biológicas	Coahuila	Biólogo en Recursos Naturales	1	0	1
	Universidad del Valle de México	Ciudad de México	Licenciatura en Biología	8	4	12
	Universidad Simón Bolívar			45	43	88
	Universidad Guízar y Valencia	Morelos	Licenciatura en Biología y Medio Ambiente	4	3	7
Totales				178	124	302
Público	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Puebla	Licenciatura en Biología	796	520	1,316
	Instituto Politécnico Nacional	Ciudad de México		417	252	669
	Instituto Tecnológico de Altamira	Tamaulipas		85	55	140
	Instituto Tecnológico de Bahía De Banderas	Nayarit		70	38	108
	Instituto Tecnológico de Chetumal	Quintana Roo		197	165	362
	Instituto Tecnológico de Chiná	Campeche		53	60	113
	Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano	Guerrero		41	28	69
	Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria	Tamaulipas		121	89	210
	Instituto Tecnológico de Conkal	Yucatán		165	157	322
	Instituto Tecnológico de Huejutla	Hidalgo		124	78	202
	Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan	Oaxaca		47	43	90
	Instituto Tecnológico de los Mochis	Sinaloa		58	56	114

TS ^a	Nombre de la institución	Estado	Nombre del PE ^b	Matrícula		
				M ^c	H ^d	Total
	Instituto Tecnológico de Tizimín	Yucatán		137	79	216
	Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván	Veracruz	Biólogo	80	60	140
	Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca	Oaxaca		130	114	244
	Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana	Durango		74	53	127
	Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui	Sonora		100	84	184
	Instituto Tecnológico Superior de Irapuato	Guanajuato		162	96	258
	Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan	Ciudad de México	Licenciatura en Biología	157	89	246
	Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca	Oaxaca		109	65	174
	Universidad Autónoma de Aguascalientes	Aguascalientes		115	77	192
	Universidad Autónoma de Baja California	Baja California	Biólogo	221	163	384
	Universidad Autónoma de Campeche	Campeche		80	76	156
	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Chihuahua		187	134	321
	Universidad Autónoma de Guerrero	Guerrero	Licenciatura en Biología	148	87	235
	Universidad Autónoma de Nayarit	Nayarit		63	51	114
	Universidad Autónoma de Nuevo León	Nuevo León	Biólogo	301	257	558
				170	195	365
	Universidad Autónoma de Occidente	Sinaloa		183	187	370
	Universidad Autónoma de Querétaro	Querétaro		135	93	228
	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	San Luis Potosí		112	78	190
	Universidad Autónoma de Sinaloa	Sinaloa		180	179	359
	Universidad Autónoma de Tlaxcala	Tlaxcala	Licenciatura en Biología	90	57	147
	Universidad Autónoma de Yucatán	Yucatán		151	153	304
	Universidad Autónoma de Zacatecas	Zacatecas		140	98	238
	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	Hidalgo		352	207	559
	Universidad Autónoma del Estado de México	Ciudad de México		250	142	392

TS ^a	Nombre de la institución	Estado	Nombre del PE ^b	Matrícula		
				M ^c	H ^d	Total
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	Morelos			94	78	172
		Biólogo	493	376	869	
Universidad Autónoma Metropolitana	Ciudad de México			361	249	610
			567	400	967	
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	Chiapas			244	235	479
Universidad de Colima	Colima			62	42	104
Universidad de Guadalajara	Jalisco	Licenciatura en Biología		1,307	927	2,234
Universidad de La Sierra	Sonora		69	37	106	
Universidad de La Sierra Juárez	Oaxaca		43	36	79	
Universidad de Sonora	Sonora		255	193	448	
Universidad del Mar	Oaxaca		39	24	63	
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Tabasco		315	300	615	
Universidad Juárez del Estado de Durango	Durango	Biólogo	39	32	71	
		Licenciatura en Tronco	60	36	96	
		Común en Biología				
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Michoacán			465	337	802
Universidad Nacional Autónoma de México	Ciudad de México	Licenciatura en Biología		3,550	2,623	6,173
Universidad Veracruzana	Veracruz		681	547	1,228	
Totales				14,645	10,887	25,532
Total del tipo de sostenimiento privado y público				14,823	11,011	25,834

Nota. De “Anuarios Estadísticos de Educación Superior: Ciclo escolar 2023-2024”, por Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2024. CC BY-NC-ND. ^a TS=Tipo de sostenimiento. ^b PE=Programa educativo. ^c M=Mujeres. ^d H=Hombres

Concretamente, en Baja California (BC) la matrícula correspondiente al periodo 2023-2024 fue de 384 estudiantes (1.5%), 221 mujeres (57.5%) y 163 hombres (42.5%) (Ver Tabla 1.5).

Matrícula de programas educativos iguales y/o afines al programa educativo con el fin de identificar el comportamiento de la oferta educativa. A nivel nacional, la matrícula total de estudiantes correspondientes a los programas educativos de Biología de IES públicas y privadas correspondientes al periodo 2023-2024 fue de 25,834 (ANUIES, 2024). Cabe resaltar que, son cinco los estados donde solo se oferta la carrera de Biología en IES privadas — Querétaro, Puebla, Coahuila, Ciudad de México y Morelos—, mientras que en 29 estados se oferta la carrera en IES públicas.

En Baja California, en el periodo 2023-2024 la matrícula de estudiantes del programa educativo de Biología fue de 384 estudiantes (221 mujeres y 168 hombres) y en el periodo 2019-2020 fue de 328 (185 mujeres y 143 hombres) (ANUIES, 2023). Por tanto, de los periodos de 2019-2020 al 2023-2024 hubo un crecimiento de la matrícula del 17%. Asimismo, es importante señalar que, la UABC es la única institución de educación superior (IES) pública del estado que ofrece formación universitaria en Biología; tampoco hay IES privadas en esta disciplina.

Demanda vocacional a nivel estatal para cursar el programa educativo. Respecto a la demanda vocacional del programa de Biología en Baja California, con base en el Estudio de preferencias vocacionales y demanda de carreras profesionales de los estudiantes de Educación Media Superior (EMS) de Baja California (UABC, 2020b), la LG se ubica en el campo profesional Científico experimental. En dicho estudio participaron 17,024 estudiantes de EMS del estado del periodo escolar 2019-2. Los hallazgos develan que los estudiantes que eligieron la Licenciatura en Biología como primera opción de elección de carrera fueron 347 (2.0%), en segunda opción 595 (3.5%) y en tercera opción 773 (4.5%) (UABC, 2020b).

Relación de la demanda y la oferta en los programas educativos afines o iguales. A nivel nacional, la Ciudad de México es el estado con mayores cifras de estudiantes de nuevo ingreso y lugares ofertados del programa de Biología, le sigue el Estado de México y

Veracruz. En las frecuencias totales, se aprecia que del periodo 2019-2020 al periodo 2023-2024 hubo una disminución de la matrícula de nuevo ingreso del 15.3%, de igual forma en los lugares ofertados el decremento fue de 2.9%. Sin embargo, en Baja California, en dichos periodos, hubo un aumento de 27.5% en el nuevo ingreso y de 25% en los lugares ofertados (ver Tabla 1.22).

Tabla 1.22

Estudiantes de nuevo ingreso y lugares ofertados de los periodos 2019-2020 y 2023-2024

Estado	2019-2020		2023-2024	
	Nuevo Ingreso	Lugares Ofertados	Nuevo Ingreso	Lugares Ofertados
Aguascalientes	49	50	51	50
Baja California	40	40	51	50
Baja California Sur	67	68	55	64
Campeche	142	183	114	200
Chiapas	142	222	132	226
Chihuahua	83	90	51	51
Ciudad de México	1,571	1,535	1,233	1,479
Coahuila	0	20	0	0
Colima	31	30	30	35
Durango	68	100	64	110
Guanajuato	70	70	58	70
Guerrero	108	174	90	126
Hidalgo	143	168	158	180
Jalisco	434	452	389	446
México	683	755	605	685
Michoacán	235	288	239	288
Morelos	199	338	192	386
Nayarit	84	144	49	65
Nuevo León	127	150	136	150
Oaxaca	267	470	236	541
Puebla	394	432	371	465
Querétaro	64	111	49	102
Quintana Roo	120	120	121	121
San Luis Potosí	39	40	34	35
Sinaloa	353	373	277	448
Sonora	267	270	167	177
Tabasco	189	280	118	180
Tamaulipas	120	150	92	105
Tlaxcala	46	60	32	35

Estado	2019-2020		2023-2024	
	Nuevo Ingreso	Lugares Ofertados	Nuevo Ingreso	Lugares Ofertados
Veracruz	527	554	528	648
Yucatán	374	394	256	359
Zacatecas	98	114	63	130
Total General	7,134	8,245	6,041	8,007

Nota. De “Anuarios Estadísticos de Educación Superior: Ciclo escolar 2019-2020 y Ciclo escolar 2023-2024”, por Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2024. CC BY-NC-ND.

Estudio 1.2 Evaluación de referentes

El objetivo general fue analizar los referentes estratégicos donde se inscribe la profesión del programa educativo, los programas iguales o afines y los referentes nacionales e internacionales que permiten fundamentar la creación, modificación o actualización del programa. Para tal fin, se abordaron tres análisis: 1.2.1 Análisis de la profesión y su prospectiva, 1.2.2 Análisis comparativo de programas educativos y 1.2.3 Análisis de organismos nacionales e internacionales.

1.2.1 Análisis de la profesión y su prospectiva

Objetivo. El objetivo general y los objetivos específicos de este análisis se muestran en la Tabla 1.23.

Tabla 1.23

Objetivos del Análisis de la profesión y su prospectiva

Objetivo general	Objetivo específico
Analizar la profesión, su evolución y sus campos de acción a nivel nacional e internacional con el fin de fundamentar la creación, modificación o actualización del programa educativo.	Describir el entorno de la profesión del programa educativo.
	Identificar las prácticas de la profesión.
	Analizar las profesiones afines con las que comparte su ejercicio y práctica profesional.
	Analizar la evolución y prospectiva de la profesión en el contexto nacional e internacional

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Método. Fue realizada una investigación documental para estudiar la profesión y prospectiva de la carrera de Biología.

Materiales. Se revisaron documentos identificados y sitios web:

- Bases de datos: *EBSCOhost*, *Web of Science*. y *Scopus*.
- Licenciatura en Biología, Plan de estudios 2017-2 (UABC, 2023).

Procedimiento. El análisis documental conlleva el análisis de los materiales, con el fin de atender los objetivos específicos del Análisis de necesidades sociales.

Resultados. Los resultados se estructuran en dos apartados con relación a los objetivos específicos de este análisis.

Entorno y prácticas de la profesión. El campo profesional de los egresados de la carrera de Biología atiende tres sectores laborales: público, privado y profesional independiente. La Tabla 1.24 muestra las áreas de desempeño de cada sector.

Tabla 1.24

Campo laboral del programa de estudios de Biología

Sector público	Sector privado	Profesional independiente
• Instancias gubernamentales • Organismos descentralizados • Administración ambiental • Sector salud • Desarrollo urbano • Sector agropecuario • Comercio y fomento industrial • Industrias paraestatales • Docencia	• Sector Salud • Ambiente industrial • Consultorías ambientales • Piscicultura, Silvicultura, Cinegética, Agropecuario • Recursos naturales • Biotecnología • Farmacéutica • Alimentos • Sistemas de Información • Geográfica • Docencia	• Investigación de métodos para el aprovechamiento de recursos naturales • Investigación en biomedicina • Consultor ambiental • Perito ambiental • Consultor industrial • Docencia • Agroindustria • Piscicultura • Cinegético

La carrera de Biología se encuentra en el campo profesional Científico experimental, donde también se ubican las carreras de Física, Ciencias Computacionales, Matemáticas Aplicadas, Químico Farmacobiólogo, Psicología Clínica y Oceanología. En conjunto, de las siete carreras la más solicitada por los aspirantes como primera opción es Física, asimismo, esta carrera ocupa el primer lugar como la más elegida en función del campo laboral (UABC, 2020b).

Las profesiones afines a la carrera de Biología y evolución y prospectiva de la profesión en el contexto nacional e internacional. En la formación profesional de Biología, se presentan carreras afines en el campo amplio de formación Ciencias naturales,

matemáticas y estadística que identifica la ANUIES (2024), la Tabla 1.25 contiene dicha información.

Tabla 1.25

Profesiones del campo amplio de formación Ciencias naturales, matemáticas y estadística

Campo amplio de formación:	Ciencias naturales, matemáticas y estadística	
Campo específico de formación:	Ciencias biológicas y ambientales	
Carreras	Matrícula	%
Biólogo	2,178	7.4
Biólogo en Recursos Naturales	1	0.0
Ingeniería en Sistemas Biológicos	297	1.0
Licenciatura en Biología	23,497	80.0
Licenciatura en Biología Acuícola	57	0.2
Licenciatura en Biología Ambiental	227	0.8
Licenciatura en Biología, Especialidad en Manejo de Recursos Naturales	258	0.9
Licenciatura en Biología Marina	2,186	7.4
Licenciatura en Biología Marina y Manejo Integral de Cuencas	40	0.1
Licenciatura en Biología y Medio Ambiente	7	0.0
Licenciatura en Ciencias Biológicas	55	0.2
Licenciatura en Citotecnología	22	0.1
Licenciatura en Hidrobiología	346	1.2
Licenciatura en Microbiología	122	0.4
Licenciatura en Tronco Común en Biología	96	0.3
Total general	29,389	100.0

Nota. De “Anuarios Estadísticos de Educación Superior: Ciclo escolar 2023-2024”, por Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2024. CC BY-NC-ND.

Con relación a la relevancia de la Biología, el campo de las Ciencias Biológicas es basto al incorporar todos los fenómenos pertenecientes a los seres vivos. Zarza (2016) menciona que la investigación biológica es tan antigua como la especie humana, lo que ha posibilitado el perfeccionamiento de los procesos de observación y experimentación, en aras de entender la composición y desarrollo biológico de microorganismos, vegetales y animales. El autor resalta también el cumulo de conocimientos actuales sobre el ser humano, lo que ha propiciado la generación de especialidades en las Ciencias Biológicas; apoyadas por el uso de tecnologías capaces de almacenar la información, para compartir los hallazgos a las generaciones presentes y futuras.

1.2.2 Análisis comparativo de programas educativos

Objetivo. El objetivo general del presente análisis, junto con los objetivos específicos se enuncian en la Tabla 1.33.

Tabla 1.33

Objetivos del Análisis comparativo de programas educativos

Objetivo general	Objetivo específico
Realizar un análisis comparativo para identificar las mejores prácticas en los programas educativos nacionales e internacionales de acuerdo con criterios de calidad, trascendencia y reconocimiento.	Comparar las prácticas, características y estrategias desarrolladas por instituciones educativas en los mejores programas educativos nacionales e internacionales reconocidos por organismos acreditadores o por rankings nacionales y/o internacionales.
	Determinar las prácticas y estrategias destacables de los mejores programas educativos nacionales e internacionales para ser considerados en la creación, modificación o actualización del programa educativo.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Método. Fue realizada una investigación documental para estudiar la profesión y prospectiva de la carrera en Biología

Materiales. Se revisaron documentos identificados y sitios web.

Procedimiento. El análisis documental conllevó el análisis de los materiales, en atención a los objetivos específicos del Análisis comparativo de la formación en gastronomía.

Resultados. Los resultados se estructuran con relación a los objetivos específicos de este análisis.

Prácticas, características y estrategias de las mejores instituciones educativas en los mejores programas educativos nacionales e internacionales reconocidos por organismos acreditadores o por rankings nacionales y/o internacionales. En el ámbito nacional, una de las IES destacadas en el campo de la Biología la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2023). En su plan de estudios puntualizan que, a nivel

internacional, con excepción de Latinoamérica, los estudios de maestría posibilitan la especialización las diversas áreas de la Biología. Frecuentemente, IES de Europa, Asia, Oceanía, y en América Estados Unidos y Canadá, cuentan con planes de estudio de licenciatura orientados a las áreas aplicadas, tales como la Bioquímica, Biotecnología, conservación y ambiente (UNAM, 2023). Por tanto, la UNAM añade que, el estudio de la Biología molecular y celular, perteneciente a la Biología como disciplina científica, se desarrolla únicamente en el doctorado; lo incluye también dominio en saberes de: matemáticas, química y ciencias computacionales, además de habilidades técnicas de trabajo de campo y laboratorio.

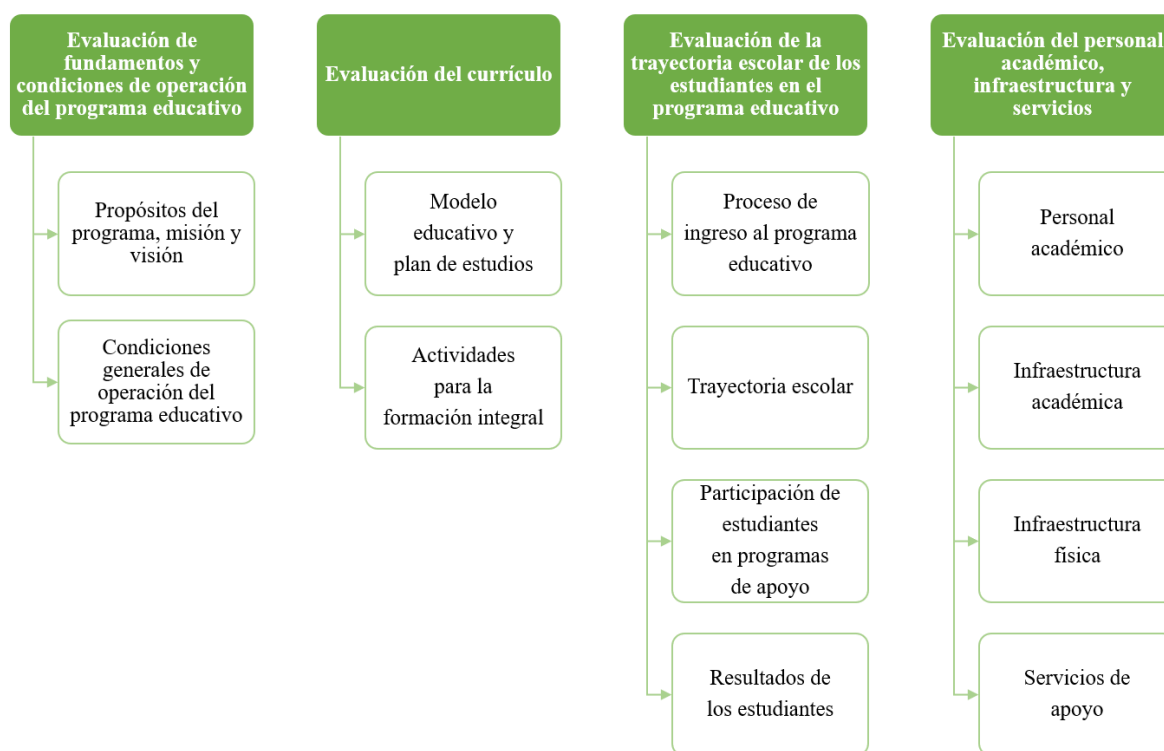
Sección II. Evaluación interna del programa educativo de la Licenciatura en Biología

Introducción

La Evaluación interna del programa educativo se conforma de cuatro estudios: 2.1 Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo, 2.2 Evaluación del currículum, 2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes en el programa educativo y 2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios. Cada estudio compromete categorías de análisis-particulares, tal como se muestra en la Figura 2.1.

Figura 2.1

Estructura de los estudios de la Evaluación interna del programa educativo



Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Objetivo general

El objetivo general de la Evaluación interna del programa educativo es determinar las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, cambio e innovación del programa educativo a fin de fundamentar su modificación o actualización. La Tabla 2.1 presenta los objetivos generales de los cuatro estudios comprometidos en esta evaluación.

Tabla 2.1

Objetivos generales y específicos de los estudios en la Evaluación interna

Objetivo general	Objetivos específicos
2.1 Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo	
Evaluar los fundamentos y condiciones de operación del programa educativo para fundamentar la modificación o actualización del programa educativo	2.1.1 Analizar los propósitos, misión y visión del programa educativo.
	2.1.2 Analizar las condiciones generales de operación del programa educativo.
2.2 Evaluación del currículo	
Evaluar el currículo específico y genérico del programa educativo para fundamentar su modificación o actualización.	2.2.1 Analizar el plan de estudios, el mapa curricular, las asignaturas o unidades de aprendizaje (UA) y la tecnología educativa y de la información para el aprendizaje.
	2.2.2 Analizar las actividades para la formación integral de los estudiantes.
2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa educativo	
Evaluar la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa con el fin de identificar fundamentos para modificar o actualizar el programa educativo	2.3.1 Describir el proceso de ingreso al programa educativo.
	2.3.2 Analizar indicadores de trayectoria escolar de los estudiantes que cursan el programa educativo.
	2.3.3 Analizar la participación de los estudiantes en programas de apoyo.
	2.3.4 Evaluar los resultados de los estudiantes que cursaron el programa educativo, en exámenes, diversos eventos nacionales e internacionales, así como el dominio de otras lenguas.
2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios	

Objetivo general	Objetivos específicos
Evaluar la suficiencia del personal académico, la infraestructura física y académica y los servicios de apoyo al programa, a fin de fundamentar la modificación o actualización de programas educativos	2.4.1 Describir los niveles de formación del personal académico.
	2.4.2 Describir la infraestructura académica.
	2.4.3 Describir la infraestructura física.
	2.4.4 Describir los servicios de apoyo.

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Estudio 2.1. Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo

Objetivo. El objetivo general de este estudio fue evaluar los fundamentos y condiciones de operación del programa educativo para fundamentar la modificación o actualización del programa educativo. Así, se abordaron dos categorías: 2.1.1 Propósitos del programa, misión y visión y 2.1.2 Condiciones generales de operación del programa educativo (ver Tabla 2.2).

Tabla 2.2

Elementos estructurales de la Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo

Categoría	Objetivo específico	Indicador
2.1.1 Propósitos del programa, misión y visión	Analizar los propósitos, misión y visión del programa educativo.	2.1.1.1 Misión, visión y objetivos del programa educativo
		2.1.1.2 Perfil de ingreso
		2.1.1.3 Perfil de egreso
2.1.2 Condiciones generales de operación del programa educativo	Analizar las condiciones generales de operación del programa educativo.	2.1.2.1 Matrícula total y de primer ingreso
		2.1.2.2 Presupuesto/recursos del programa educativo
		2.1.2.3 Estructura organizacional para operar el programa educativo

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Método. Se realizó una investigación documental y una investigación empírica para identificar los fundamentos y condiciones de operación del programa educativo.

Participantes. La investigación empírica involucró la participación del coordinador de la carrera, académicos y estudiantes de la Licenciatura en Biología (LB) de la Facultad de Ciencias (FC) del campus Ensenada de la UABC. En el caso de los académicos se obtuvo una muestra no probabilística por autoselección de 25 académicos —quienes atendieron a responder el instrumento de manera completa—, esto representó el 69.5% de la población total. La muestra de estudiantes fue de 145, se consideraron solamente las respuestas completas —las entradas incompletas fueron 31—. La muestra de estudiantes representó el 52.9% del total de la matrícula del periodo 2023-2 (UABC, 2024c). La Tabla 2.3 presenta las frecuencias y porcentajes de la muestra de académicos y estudiantes.

Tabla 2.3

Valores de las muestras de académicos y estudiantes en el periodo 2023-2

Indicadores	Académicos		Estudiantes	
	F	%	F	%
Población total	36	100	274 ^a	100
Muestra	25	69.5	145	52.9
Respuestas completadas	25		145	
Respuestas incompletas	28		31	
Respuestas totales	53 ^b		176	

Nota. ^a De “Sistema de Indicadores y Estadísticas Institucionales”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024c. CC BY-NC-ND. ^b En el caso de los académicos, se estima que ingresaron al instrumento en más de una ocasión.

Con relación a los académicos, el 60% fueron de sexo masculino y el 40% de sexo femenino; el rango que concentró mayor porcentaje de edad fue de 36 a 40 años con 28%, seguido del rango de 56 años o más con 24%. El 88% de los académicos señalaron tener grado de doctor, de estos, el 40% cuenta con estudios posdoctorales. El 56% de los académicos de la muestra fueron Profesores de tiempo completo (PTC); y el rango de

experiencia docente en la UABC con mayor concentración fue de 1 a 5 años con 40% (ver Tabla 2.4).

Tabla 2.4

Características generales de la muestra de académicos

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	10	40
	Masculino	15	60
Edad	25 años o menos	1	4
	26-30 años	1	4
	31-35 años	2	8
	36-40 años	7	28
	41-45 años	5	20
	46-50 años	2	8
	51-55 años	1	4
	56 años o más	6	24
Nivel máximo de estudios	Licenciatura/Ingeniería	1	4
	Maestría	2	8
	Doctorado	12	48
	Posdoctorado	10	40
Sector en que realiza su actividad profesional	Público	20	80
	Privado	2	8
	Ambos	3	12
Años de experiencia docente en UABC	1-5 años	10	40
	6-10 años	7	28
	11-15 años	2	8
	16-20 años	1	4
	Mas de 21 años	5	20
Tipo de contratación	Profesor de tiempo completo	14	56
	Profesor de medio tiempo	1	4
	Profesor de asignatura	7	28
	Técnico académico	3	12

Respecto a las características generales de la muestra de estudiantes, el 57.9% fueron de sexo femenino; el 20.7% cursaba el tercer semestre, y el quinto semestre también con el mismo porcentaje —un estudiante señaló ser de movilidad, por tanto, cursaba unidades de aprendizaje de varios semestres—; el 64.1% no trabaja; el 91.7% es soltero(a) (ver Tabla 2.5).

Tabla 2.5

Características generales de la muestra de estudiantes

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	84	57.9
	Masculino	54	37.2
	No especificado	4	2.8
	Prefiero omitir esta pregunta	3	2.1
Edad	Menos de 18 años	1	0.7
	18 años	3	2.1
	19 años	8	5.5
	20 años	32	22.1
	21 años	31	21.4
	22 años	31	21.4
	23 años o más	39	26.9
Semestre en curso	Primero	1	0.7
	Segundo	0	0
	Tercero	30	20.7
	Cuarto	21	14.5
	Quinto	30	20.7
	Sexto	28	19.3
	Séptimo	10	6.9
	Octavo	12	8.3
	Otro	13	8.9
Trabajo	Sí	52	35.9
	No	93	64.1
Modalidad de Trabajo*	por mi cuenta	18	12.4
	empleado	34	23.4

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Estado civil	Casado(a)	4	2.8
	Soltero(a)	133	91.7
	Unión libre	8	5.5

Nota. * Correspondiente a los 52 estudiantes que señalaron trabajar

Materiales. Los principales documentos y sitios web de análisis fueron los siguientes:

- 1) Reporte para la Reacreditación de la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología [CACEB], 2023).
- 2) Página institucional de la Licenciatura en Biología (UABC, 2024b).
- 3) Propuesta de modificación del Programa Educativo: Licenciatura en Biología (UABC, 2017).
- 4) Sistema de indicadores y estadísticas institucionales (UABC, 2024c).
- 5) Cuarto Informe de Actividades 2023-2024 (UABC, 2024a).
- 6) Guion de entrevista a coordinadores: se elaboró un guion de entrevista en relación con la identificación de referentes teóricos, organismos reguladores para la formación en gastronomía y programas afines (Apéndice C).
- 7) Cuestionario dirigido a académicos adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice D).
- 8) Cuestionario dirigido a estudiantes adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice E).

Procedimiento. En la investigación documental se analizaron diversos documentos y páginas institucionales en línea relacionadas a la implementación y resultados del programa educativo de Biología.

La investigación empírica correspondió a un diseño transversal de tipo descriptivo con el fin de analizar las opiniones del coordinador, académicos y estudiantes del programa educativo referentes a la identificación de fortalezas y áreas de mejora. Con el coordinador de la carrera se tuvo una entrevista por videoconferencia, la finalidad fue atender temas referentes a principios teóricos, programas afines y organismos reguladores para la formación en biología. Posteriormente, la vía de comunicación con el coordinador fue el correo electrónico institucional, por este medio se compartieron materiales, dudas y comentarios. Para los académicos y estudiantes la aplicación del cuestionario se administró y supervisó por medio del *software LimeSurvey* versión 5.3.7+220328. De esta forma fueron enviados los cuestionarios a cada grupo de participantes. El coordinador de la carrera fue un apoyo importante para invitar a los participantes a responder el cuestionario.

Para el análisis de los datos empíricos, se extrajeron las bases de datos de las muestras; su estudio conllevó un análisis descriptivo de los datos resultantes de los ítems cerrados y un análisis cualitativo de la información derivada de los ítems abiertos.

Resultados. Los hallazgos se presentan de acuerdo a la estructura interna de la evaluación de fundamentos y condiciones de operación de la LB. Cabe recordar que, en el caso de los académicos los resultados del análisis descriptivo de los ítems cerrados corresponden a toda la muestra; en cambio, en el análisis cualitativo la tasa promedio de respuesta fue de 40%, dado que fue voluntario realizar comentarios abiertos. De la misma forma, referente a los estudiantes, la tasa promedio de respuesta fue de 14.5%.

2.1.1 Propósitos del programa, misión y visión

Objetivo específico. Analizar los propósitos, misión y visión del programa educativo.

2.1.1.1 Misión, visión y objetivos del programa educativo

El programa educativo de Biología es ofertado por la FC de la UABC; dicho programa data del año 1977; desde su creación ha tenido un ajuste y tres modificaciones, la última corresponde al periodo 2017-2 (UABC, 2017). La Misión de la LB enuncia:

Formar profesionistas de excelencia y de alto nivel competitivo en Biología, capaces de aplicar sus conocimientos y habilidades para enfrentar y resolver los retos propios al entorno científico, actual y futuro. Asimismo, la licenciatura impulsa al alumno a la investigación científica en sus diferentes áreas. Busca generar conocimiento y extenderlo a la comunidad, llevándolo a su aplicación en el ámbito científico, académico y social. Todo esto con la finalidad de mejorar la calidad de vida en el entorno local, regional, nacional e internacional. Finalmente, fomenta a cada paso los valores culturales, el sentido ético, la responsabilidad social y el respeto al medio ambiente. (UABC, 2017, pp. 14-15; UABC, 2024b, sección Misión)

La Visión de la LB señala:

El programa de Biología tiene la visión propia de la Facultad de Ciencias en la cual se ve como una licenciatura reconocida por la competitividad y formación integral de sus egresados, destacada por la calidad y vigencia de sus planes de estudio que responden a la demanda del ámbito científico de los diversos sectores de la sociedad y de la industria en el entorno local y nacional. En la actividad docente, busca tener niveles elevados de formación del personal académico con posgrado, incorporados al Sistema Nacional de Investigadores y Perfil Prodep, aprovechando la vinculación y convenios con sectores dedicados a la ciencia para la formación y actualización constante de los académicos, lo que tiene un impacto favorable en los estudiantes, contribuyendo así a la producción científica e intelectual. Al estudiante de Biología lo destaca su competitividad, ética profesional y su compromiso para responder a las cambiantes realidades de su entorno. (UABC, 2017, p. 15; UABC, 2024b, sección Visión)

Los objetivos de la LB son:

1. Formar profesionistas de Biología de alto nivel, capaces de satisfacer las necesidades en el mercado laboral en los ámbitos local, nacional, e internacional, con actitud emprendedora con responsabilidad y compromiso ético.
 2. Promover la incorporación de estudiantes en la realización de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico y movilidades académicas que contribuyan al progreso científico e innovador del área de ciencias naturales y exactas.
- (UABC, 2017, p. 15; UABC, 2024b, sección Objetivos)

El programa educativo de Biología, además de declarar su misión, visión y objetivos, cumple con todos los indicadores requeridos en la evaluación para reacreditación de la Licenciatura en Biología (CACEB, 2023). Por lo tanto, se destaca el compromiso de la FC en la formación de profesionales competitivos, dedicados, éticos e innovadores en el área profesional de biología. Igualmente, la LB se sustenta en fines profesionales altos a favor de un óptimo desarrollo personal y de responsabilidad social de sus estudiantes.

2.1.1.2 Perfil de ingreso

Los conocimientos, habilidades, actitudes y valores del aspirante a ingresar a la LB se presentan en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6

Elementos del perfil de ingreso de la LG

Conocimientos	Habilidades	Actitudes
1) Biología general.	1) Comunicación oral efectiva:	1) Responsable y honesto.
2) Física.	Lectura, comprensión, análisis,	2) Respetarse así mismo, así
3) Química.	abstracción y redacción en el	como a sus semejantes.
4) Matemáticas.	idioma español.	3) Capacidad de iniciativa,
	2) Liderazgo	colaboración y participación.
	3) Realizar actividades que se	4) Respetar ideologías.
	desarrollan al aire libre para	5) Equidad de género (cultura
	estudiar los recursos naturales	libre de discriminación,
	4) Realizar actividades de	hostigamiento y acoso sexual).
	laboratorio e investigación	6) Disciplina, dedicación y
	científica.	motivación al estudio

Nota. De “Propuesta de Modificación del Programa Educativo: Licenciatura en Biología”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2017. CC BY-NC-ND. De “Facultad de Ciencias: Licenciatura en Biología.”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024b. CC BY-NC-ND

Cabe resaltar que, el aspirante a estudiar la LB debe presentar un examen de ingreso a UABC donde se valoran los conocimientos mínimos requeridos, con el fin de favorecer un trayecto formativo favorable y evitar la deserción (CACEB, 2023).

2.1.1.3 Perfil de egreso

El perfil de egreso de la LB declara que el Licenciado en Biología es “un profesional capacitado para realizar investigación científica, desarrollar tecnologías y gestionar el conocimiento de los sistemas biológicos y ambientales” (UABC, 2017, p. 55; 2024b, sección Perfil del egresado).

La LB destaca tres competencias del egresado:

1. Evaluar y diseñar programas y proyectos, mediante métodos apropiados para la conservación y uso sustentable de los componentes de la biodiversidad, en sus diferentes escalas espaciales y temporales, mostrando una actitud responsable y honesta.
2. Diseñar y gestionar de forma inter y multidisciplinaria programas y proyectos de desarrollo biotecnológico considerando el marco legal respectivo y la aplicación de la metodología científica apropiada que contribuya a la solución de problemas ambientales, de salud y de seguridad alimentaria, con responsabilidad ambiental y social.
3. Diseñar y gestionar programas y proyectos orientados a prevenir y controlar agentes que impactan al ambiente, mediante la aplicación de la metodología científica y bajo el marco legislativo vigente, para contribuir a la solución de problemas ambientales con responsabilidad social y tolerancia con un enfoque interdisciplinario. (UABC, 2017, p. 55; 2024b, sección Perfil del egresado)

Opinión de los académicos: el 52% de los académicos indicaron estar de acuerdo en que los estudiantes cuentan con información suficiente correspondiente al perfil profesional y el plan de estudios (ver Tabla 2.7).

Tabla 2.7

Opinión de académicos sobre la información del perfil profesional y el plan de estudios

Ítem	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La mayoría de los estudiantes cuentan con suficiente información respecto al perfil profesional y plan de estudios de su carrera	16	--	28	52	4

Por otra parte, los académicos puntualizaron las causas más sobresalientes que obstaculizan al estudiante el cumplimiento del perfil de egreso, entre estas se encuentra un bajo rendimiento e involucramiento en el aprendizaje (24%), selección de ingreso errada (20%) y unidades de aprendizaje no pertinentes (16%) (ver Tabla 2.8).

Tabla 2.8

Opinión de académicos sobre dificultades para el cumplimiento del perfil de egreso

Ítem	Seleccione las principales causas que impiden que los estudiantes alcancen el perfil de egreso
	Respuestas
	%
A los estudiantes no les interesa el programa	12
La selección de ingreso es inadecuada	20
Los estudiantes tienen un rendimiento o implicación en su aprendizaje deficiente	24
Actitudes paternalistas por parte de los docentes o de las autoridades educativas	12
Los créditos obligatorios son insuficientes	8
Falta de actualización del profesorado	4
Falta de integración de unidades de aprendizaje	16
El programa educativo actual no forma a los estudiantes para cubrir el perfil	4

Adicionalmente, en los comentarios de los académicos, se incorporaron otras posibles razones que dificultan al estudiante cumplir con el perfil de egreso: a) falta de pertinencia del Tronco común del programa educativo; b) carencia de gestión para ofertar unidades de aprendizaje optativas, debido al bajo número de PTC y al insuficiente banco de horas; c) exceso de créditos de las prácticas profesionales y d) la situación económica del estudiante.

En relación con las áreas del conocimiento del perfil de egreso de la LB, el 84% de los académicos estuvieron totalmente de acuerdo en que el estudiante domine los sistemas biológicos y los sistemas ambientales (72%) (ver Tabla 2.9).

Tabla 2.9

Opinión de académicos sobre el dominio del área de conocimiento del perfil de egreso

Ítem					
Del siguiente listado de conocimientos (que conforman el perfil de egreso de la LB) señale qué tan pertinente es que el estudiante los domine para un adecuado ejercicio profesional:					
	Respuestas (%)				
	Sin bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Sistemas biológicos	4	--	--	12	84
Sistemas ambientales	4	--	4	20	72
Uso sustentable de los componentes de la biodiversidad	4	4	4	24	64
Desarrollo biotecnológico	4	4	4	28	60
Agentes que impactan al ambiente	4	--	--	32	64

Además, una de las competencias valoradas como un punto fuerte con el 80% fue evaluar y diseñar programas y proyectos con base en métodos pertinentes para la conservación y uso de los componentes de la biodiversidad (ver Tabla 2.10). En este cuestionamiento, hubo comentarios adicionales: a) carencia de identidad o dominio de alguna competencia del perfil que obstruya la orientación profesional en el ámbito laboral y b) desconocimiento de los estudiantes.

Tabla 2.10

Opinión de académicos sobre las competencias del perfil de egreso

Ítem			
De las competencias que conforman el perfil de egreso del programa de Biología, valore los puntos fuertes y puntos débiles en la formación de los estudiantes			
	Respuestas (%)		
	Puntos fuertes	Puntos débiles	Sin bases para opinar
Evaluar y diseñar programas y proyectos, mediante métodos apropiados para la conservación y uso sustentable de los componentes de la biodiversidad, en sus diferentes escalas espaciales y temporales, mostrando una actitud responsable y honesta.	80	8	12
Diseñar y gestionar de forma inter y multidisciplinaria programas y proyectos de desarrollo biotecnológico considerando el marco legal respectivo y la aplicación de la metodología científica apropiada que contribuya a la solución de problemas ambientales, de salud y de seguridad alimentaria, con responsabilidad ambiental y social.	44	36	20
Diseñar y gestionar programas y proyectos orientados a prevenir y controlar agentes que impactan al ambiente, mediante la aplicación de la metodología científica y bajo el marco legislativo vigente, para contribuir a la solución de problemas ambientales con responsabilidad social y tolerancia con un enfoque interdisciplinario	64	20	16

Nota. ^a El cuestionario enunciaba las competencias del perfil de egreso de la LG.

Opinión de los estudiantes: en el tema del perfil de egreso, el 60% de los estudiantes señaló conocer el perfil, así como, el 88.3% indicó que el perfil de egreso se refiere a lo que será capaz de realizar al egresar de su formación académica en la licenciatura. También, el 52.4% estimó que los medios destinados a la difusión y promoción del perfil de egreso no son suficientes y adecuados (ver Tabla 2.11).

Tabla 2.11

Opinión de estudiantes sobre el significado interpretado del perfil de egreso

Ítem	
Entiendes que el perfil de egreso se refiere a:	
Respuestas	%
Lo que seré capaz de hacer al egresar de la carrera	88.3
Las materias que estoy cursando	4.1
Las áreas donde podré trabajar	8.3
La evaluación de mis capacidades	18.6
Ítem	Respuestas (%)

	Sí	No	No estoy segura (o)
¿Consideras que los medios utilizados para difundir y promover entre los estudiantes el conocimiento del perfil de egreso de tu programa son suficientes y adecuados?	17.9	52.4	31.0

2.1.2. Condiciones generales de operación del programa educativo

Objetivo específico. Analizar las condiciones generales de operación del programa educativo.

2.1.2.1 Matrícula total y de primer ingreso

Con base en la información disponible en el Sistema de indicadores y estadísticas institucionales, del periodo escolar de 2019-2 a 2024-2 la matrícula total de LB fue de 2,922 estudiantes, 1,205 de sexo femenino y 1,717 de sexo masculino, el grupo de edad de mayor frecuencia fue de 20 a 24 años (2,165 estudiantes), los estudiantes procedían principalmente de Baja California (2,556 estudiantes). A partir del periodo 2023-1 hubo un decremento en la matrícula en comparación con el periodo 2022-2. Al periodo 2024-2, y desde 2019-2, el periodo con mayor matrícula fue en 2022-2 con 293 estudiantes (ver Tabla 2.12).

Tabla 2.12

Indicadores y estadísticas de estudiantes de la LB

Periodo	Sexo				Grupo de edad										Procedencia						Total ^d		
	Hombres		Mujeres		18-19		20-24		25-29		30-34		35-39		BC ^a		Oe ^b		Op ^c				
	F ^e	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%			
2024-2	172	61.2	109	38.7	23	8.1	229	81.4	26	9.2	2	0.7	1	0.3	249	88.6	17	6.0	15	5.3	281		
2024-1	168	61.5	105	38.4	19	6.9	223	81.6	29	10.6	1	0.3	1	0.3	253	92.6	19	6.9	1	0.3	273		
2023-2	160	58.3	114	41.6	26	9.4	213	77.7	32	11.6	2	0.7	1	0.3	251	91.6	22	8.0	1	0.3	274		
2023-1	178	61.1	113	38.8	31	10.6	219	75.2	38	13.0	1	0.3	2	0.6	267	91.7	23	7.9	1	0.3	291		
2022-2	183	62.4	110	37.5	42	14.3	214	73.0	34	11.6	2	0.6	1	0.3	250	85.3	26	8.8	17	5.8	293		
2022-1	171	63.1	100	36.9	6	2.2	219	80.8	41	15.1	3	1.1	2	0.7	231	85.2	25	9.2	15	5.5	271		
2021-2	157	61.3	99	38.6	13	5.0	205	80.0	33	12.8	3	1.1	2	0.7	219	85.5	24	9.3	13	5.0	256		
2021-1	141	56.4	109	43.6	0	0	165	66.0	77	30.8	6	2.4	2	0.8	210	84.0	30	12.0	10	4.0	250		
2020-2	143	56.5	110	43.4	0	0	189	74.7	55	21.7	6	2.3	3	1.1	216	85.3	27	10.6	10	3.9	253		
2020-1	138	58.9	96	41.0	0	0	150	64.1	73	31.2	8	3.4	3	1.2	196	83.7	29	12.3	9	3.8	234		
2019-2	106	56.9	140	43.0	1	0.4	139	56.5	92	37.4	11	4.8	3	1.2	214	86.9	25	10.1	7	2.8	246		
Total ^f	1,717		1,205		161		2,165		530		45		21		2,556		267		99				
	2,922								2,922								2,922				2,922		

Nota. ^a BC=Baja California. ^b Oe=Otra entidad. ^c Otro país. ^d Total de frecuencias por periodo. ^e F=Frecuencia Ri=Reingreso. ^f Total de frecuencias por clasificación. De “Sistema de indicadores y estadísticas institucionales”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024c. CC BY-NC-ND.

2.1.2.2 Presupuesto/recursos del programa educativo

Con base en el Reporte para la Reacreditación de la LB de la FC realizado por el CACEB (2023), se indica que el programa educativo de la LB dispone de un presupuesto anual para atender las necesidades del mismo. Dicho presupuesto lo otorga la Unidad de Presupuestos y Finanzas, extraído del Presupuesto Anual de la UABC, esta disposición es avalada por el Consejo Universitario. El presupuesto se distribuye en diversas secciones: servicios personales, servicios generales, materiales y suministros, becas y bienes, inmuebles e intangibles.

Sin embargo, el CACEB (2023) precisó que el los recursos con los que dispone la LB para el funcionamiento de equipo e instrumentos en los laboratorios de docencia e investigación son parciales; además, aun no se cuenta con presupuesto para tramitar la certificación ambiental vigente. Por tanto, una de las cuestiones principales a resolver por los directivos de la FC es solicitar el recurso que permita gestionar la certificación ambiental, e incrementar el presupuesto para el desempeño efectivo del programa educativo.

Cabe resaltar que, los informes de las evaluaciones integrales anuales reflejan el uso del presupuesto para el cumplimiento de las metas planteadas por el programa educativo; las evaluaciones son realizadas por el Sistema de Evaluaciones de Desempeño (CACEB, 2023).

Referente al costo por alumno, el CACEB (2023) señaló que el presupuesto de la LB no está calculado con base en los costos reales del proceso de aprendizaje de un estudiante de biología, tampoco se ofrece una descripción de los recursos específicos para el trabajo efectivo del programa de estudios en su totalidad. El CACEB insta a la LB establecer un presupuesto factible, sustentado en los lineamientos del plan de estudios y la matrícula escolar.

Opinión de los académicos: con el valor más alto, el 32% señalaron estar en desacuerdo en que la coordinación de la LG adquiere de manera suficiente recursos para el desarrollo de las actividades de enseñanza-aprendizaje (ver Tabla 2.13).

Tabla 2.13

Opinión de los académicos sobre los recursos para las actividades de enseñanza y aprendizaje

Ítem	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La coordinación adquiere de manera suficiente recursos para el desarrollo de las actividades de enseñanza-aprendizaje.	20	20	32	12	16

En un comentario, se indicó necesario aumentar los recursos destinados a las prácticas de campo; “El presupuesto asignado a salidas de campo es poco” (D_IW_51).

2.1.2.3 Estructura organizacional para operar el programa educativo

La estructura organizacional de la FC se sustenta en los propósitos compartidos con la UABC con el fin de alcanzar su misión y su visión; asimismo, la organización del capital humano, los objetivos académicos y financieros responden a la operación de procesos y procedimientos institucionales en atención a la oficina de Planeación y Desarrollo Institucional (CACEB, 2023; UABC, 2024a).

La estructura de la FC la encabeza la Dirección de la facultad, de esta dependen la Subdirección y la Administración. La Subdirección atiende cuestiones académicas (p. ej., coordinaciones, responsables de programas educativos, académicos, entre otros) y administrativas (p. ej., personal de laboratorio, almacenistas, personal de apoyo o mantenimiento, entre otros) (UABC, 2024a).

En 2021, con base en el Estatuto Escolar de noviembre de 2019, se modificó la estructura organizacional de la FC con relación a la denominación y desempeño de las siguientes coordinaciones generales: Formación Profesional, Investigación y Posgrado, Extensión de la Cultura y Divulgación de la Ciencia y Vinculación y Cooperación Académica (UABC, 2024a).

Se destaca que, la estructura organizacional de la FC incluye la Coordinación General de Formación Profesional y Vinculación Universitaria (CGFPVU), quienes proporcionan los mecanismos para la consolidación de convenios de colaboración con agentes externos (CACEB, 2023). Asimismo, la Coordinación General de Cooperación Internacional e Intercambio Académico (CGCIIE) forma parte de la estructura organizacional; enfocada a impulsar y gestionar el intercambio de personal académico y estudiantil (CACEB, 2023).

Conclusiones Estudio 2.1. Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo

La estructura organizacional de la FC está constituida con base en los propósitos compartidos con la UABC, además, atiende la operación de procesos y procedimientos institucionales en alineación con la oficina de Planeación y Desarrollo Institucional. Respecto a los propósitos del programa, misión y visión, la LB brinda una estructura coherente y articulada, existe congruencia entre los objetivos del programa educativo y la misión y la visión de la facultad. Los aspirantes interesados en estudiar la LB deben contar con conocimientos básicos en biología, física, química y matemáticas, interés por las actividades al aire libre y en laboratorios, motivados al estudio y con un alto valor ético.

El 88.3% de los estudiantes indicaron que el perfil de egreso corresponde a los conocimientos que dominará en su formación. Asimismo, el 60% de los estudiantes señaló conocer el perfil de egreso, sin embargo, el 52.4% consideró que los medios destinados a la difusión y promoción del perfil de egreso no son suficientes y adecuados. Así, sobre los obstáculos para el cumplimiento del perfil de egreso, el 24% de los académicos mencionaron un bajo rendimiento e involucramiento en los estudiantes con su aprendizaje y selección inadecuada al ingreso (20%).

En cuanto a las condiciones generales de operación de la LB, el incremento en la matrícula se detuvo desde el periodo 2022-2. Por tanto, es requerida una inversión mayor que le permita a la FC cumplir con el programa de estudios. Principalmente, se requieren mayor presupuesto para la operación de equipo e instrumentos en los laboratorios de

docencia e investigación, para gestionar una certificación ambiental vigente y para el trabajo efectivo de la LB (CACEB, 2023).

Estudio 2.2. Evaluación del currículo

Objetivo. El objetivo general de la evaluación del currículo del programa educativo de la LB fue evaluar el currículo específico y genérico del programa educativo para fundamentar su modificación o actualización. La estructura se conformó de dos categorías: 2.2.1 Modelo educativo y plan de estudios y 2.2.2 Actividades para la formación integral (ver Tabla 2.14).

Tabla 2.14

Descripción de elementos estructurales de la Evaluación del currículo

Categoría	Objetivo específico	Indicador
2.2.1 Modelo educativo y plan de estudios	Analizar el plan de estudios, el mapa curricular, las asignaturas o UA y la tecnología educativa y de la información para el aprendizaje.	2.2.1.1 Plan de estudios
		2.2.1.2 Mapa curricular
		2.2.1.3 Programas de unidades de aprendizaje
		2.2.1.4 Tecnología educativa y de la información para el aprendizaje
2.2.2 Actividades para la formación integral	Analizar las actividades para la formación integral de los estudiantes.	2.2.2.1 Actividades complementarias para la formación integral
		2.2.2.2 Enseñanza de otras lenguas extranjeras

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, Universidad Autónoma de Baja California. CC BY-NC-ND.

Método. Se realizó una investigación documental y una investigación empírica para identificar los fundamentos y condiciones de operación del programa educativo.

Participantes. La investigación empírica involucró la participación del coordinador de la carrera, académicos y estudiantes de la Licenciatura en Biología (LB) de la Facultad de Ciencias (FC) del campus Ensenada de la UABC. En el caso de los académicos se obtuvo una muestra no probabilística por autoselección de 25 académicos —quienes atendieron a responder el instrumento de manera completa—, esto representó el 69.5% de la población total. La muestra de estudiantes fue de 145, se consideraron solamente las respuestas completas —las entradas incompletas fueron 31—. La muestra de estudiantes representó el

52.9% del total de la matrícula del periodo 2023-2 (UABC, 2024c). La Tabla 2.15 presenta las frecuencias y porcentajes de la muestra de académicos y estudiantes.

Tabla 2.15

Valores de las muestras de académicos y estudiantes en el periodo 2023-2

Indicadores	Académicos		Estudiantes	
	F	%	F	%
Población total	36	100	274 ^a	100
Muestra	25	69.5	145	52.9
Respuestas completadas	25		145	
Respuestas incompletas	28		31	
Respuestas totales	53 ^b		176	

Nota. ^a De “Sistema de Indicadores y Estadísticas Institucionales”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024c. CC BY-NC-ND. ^b En el caso de los académicos, se estima que ingresaron al instrumento en más de una ocasión.

Con relación a los académicos, el 60% fueron de sexo masculino y el 40% de sexo femenino; el rango que concentró mayor porcentaje de edad fue de 36 a 40 años con 28%, seguido del rango de 56 años o más con 24%. El 88% de los académicos señalaron tener grado de doctor, de estos, el 40% cuenta con estudios posdoctorales. El 56% de los académicos de la muestra fueron Profesores de tiempo completo (PTC); y el rango de experiencia docente en la UABC con mayor concentración fue de 1 a 5 años con 40% (ver Tabla 2.16).

Tabla 2.16

Características generales de la muestra de académicos

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	10	40
	Masculino	15	60
Edad	25 años o menos	1	4
	26-30 años	1	4
	31-35 años	2	8

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
	36-40 años	7	28
	41-45 años	5	20
	46-50 años	2	8
	51-55 años	1	4
	56 años o más	6	24
Nivel máximo de estudios	Licenciatura/Ingeniería	1	4
	Maestría	2	8
	Doctorado	12	48
	Posdoctorado	10	40
Sector en que realiza su actividad profesional	Público	20	80
	Privado	2	8
	Ambos	3	12
Años de experiencia docente en UABC	1-5 años	10	40
	6-10 años	7	28
	11-15 años	2	8
	16-20 años	1	4
	Mas de 21 años	5	20
Tipo de contratación	Profesor de tiempo completo	14	56
	Profesor de medio tiempo	1	4
	Profesor de asignatura	7	28
	Técnico académico	3	12

Respecto a las características generales de la muestra de estudiantes, el 57.9% fueron de sexo femenino; el 20.7% cursaba el tercer semestre, y el quinto semestre también con el mismo porcentaje —un estudiante señaló ser de movilidad, por tanto, cursaba unidades de aprendizaje de varios semestres—; el 64.1% no trabaja; el 91.7% es soltero(a) (ver Tabla 2.17).

Tabla 2.17

Características generales de la muestra de estudiantes

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	84	57.9
	Masculino	54	37.2
	No especificado	4	2.8

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
	Prefiero omitir esta pregunta	3	2.1
Edad	Menos de 18 años	1	0.7
	18 años	3	2.1
	19 años	8	5.5
	20 años	32	22.1
	21 años	31	21.4
	22 años	31	21.4
	23 años o más	39	26.9
Semestre en curso	Primero	1	0.7
	Segundo	0	0
	Tercero	30	20.7
	Cuarto	21	14.5
	Quinto	30	20.7
	Sexto	28	19.3
	Séptimo	10	6.9
	Octavo	12	8.3
	Otro	13	8.9
Trabajo	Sí	52	35.9
	No	93	64.1
Modalidad de Trabajo*	por mi cuenta	18	12.4
	empleado	34	23.4
Estado civil	Casado(a)	4	2.8
	Soltero(a)	133	91.7
	Unión libre	8	5.5

Nota. * Correspondiente a los 52 estudiantes que señalaron trabajar

Materiales. Los principales documentos y sitios web de análisis fueron los siguientes:

- 1) Reporte para la Reacreditación de la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología [CACEB], 2023).
- 2) Página institucional de la Licenciatura en Biología (UABC, 2024b).
- 3) Propuesta de modificación del Programa Educativo: Licenciatura en Biología (UABC, 2017).
- 4) Plan de desarrollo 2023-2027 (UABC, 2023)
- 5) Sistema de indicadores y estadísticas institucionales (UABC, 2024c).
- 6) Cuestionario dirigido a académicos adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de

Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice D).

- 7) Cuestionario dirigido a estudiantes adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice E).

Procedimiento. En la investigación documental se analizaron diversos documentos y páginas institucionales en línea relacionadas a la implementación y resultados del programa educativo de Biología.

La investigación empírica correspondió a un diseño transversal de tipo descriptivo con el fin de analizar las opiniones del coordinador, académicos y estudiantes del programa educativo referentes a la identificación de fortalezas y áreas de mejora. Con el coordinador de la carrera se tuvo una entrevista por videoconferencia, la finalidad fue atender temas referentes a principios teóricos, programas afines y organismos reguladores para la formación en biología. Posteriormente, la vía de comunicación con el coordinador fue el correo electrónico institucional, por este medio se compartieron materiales, dudas y comentarios. Para los académicos y estudiantes la aplicación del cuestionario se administró y supervisó por medio del *software LimeSurvey* versión 5.3.7+220328. De esta forma fueron enviados los cuestionarios a cada grupo de participantes. El coordinador de la carrera fue un apoyo importante para invitar a los participantes a responder el cuestionario.

Para el análisis de los datos empíricos, se extrajeron las bases de datos de las muestras; su estudio conllevó un análisis descriptivo de los datos resultantes de los ítems cerrados y un análisis cualitativo de la información derivada de los ítems abiertos.

Resultados. Los hallazgos se presentan de acuerdo a la estructura interna de la evaluación de fundamentos y condiciones de operación de la LB. Cabe recordar que, en el caso de los académicos los resultados del análisis descriptivo de los ítems cerrados corresponden a toda la muestra; en cambio, en el análisis cualitativo la tasa promedio de respuesta fue de 40%, dado que fue voluntario realizar comentarios abiertos. De la misma forma, referente a los estudiantes, la tasa promedio de respuesta fue de 14.5%.

2.2.1 Modelo educativo y plan de estudios

Objetivo específico. Analizar el plan de estudios, el mapa curricular, las asignaturas o UA y la tecnología educativa y de la información para el aprendizaje.

2.2.1.1 Plan de estudios

El plan de estudios 2017-2 se sustenta en el Modelo Educativo de la UABC. La LB cuenta con un plan de estudios alineado a las políticas institucionales de la UABC; el plan de estudios contiene el perfil de ingreso, perfil de egreso, campo profesional, mapa curricular con tres áreas del conocimiento: Ciencias naturales y exactas, Ciencias aplicadas y Ciencias sociales y humanidades (UABC, 2017), titulación y sistema de evaluación (UABC, 2017; CACEB, 2023). El CACEB (2023) sugiere incorporar al plan de estudios los manuales de prácticas de laboratorio y trabajo de campo de las unidades de aprendizaje que se señalen.

La misión y la visión del programa de Biología se apega a la misión y visión de la FC (CACEB, 2023); en la Tabla 18 se muestran ambos elementos se corrobora la correspondencia señalada.

Tabla 18

Misión y Visión la FC y del Plan de estudios de la LB

	Facultad de Ciencias	Programa de estudios de Biología
Misión	Formar profesionistas de excelencia y de alto nivel competitivo, capaces de aplicar sus conocimientos y habilidades para enfrentar y resolver los retos propios al entorno científico, actual y futuro.	Formar profesionistas de excelencia y de alto nivel competitivo en Biología, capaces de aplicar sus conocimientos y habilidades para enfrentar y resolver los retos propios al entorno científico, actual y futuro.
Visión	La visión de la Facultad de Ciencias es ser una institución reconocida por la competitividad y formación integral de sus egresados, destacada por la calidad y vigencia de sus planes de estudio que responden a la demanda del ámbito científico de los diversos sectores de la sociedad y de la industria en el entorno local y nacional.	El programa de Biología tiene la visión propia de la Facultad de Ciencias en la cual se ve como una licenciatura reconocida por la competitividad y formación integral de sus egresados, destacada por la calidad y vigencia de sus planes de estudio que responden a la demanda del ámbito científico de los diversos sectores de la sociedad y de la industria en el entorno local y nacional.

Nota. De “Propuesta de modificación del Programa Educativo: Licenciatura en Biología”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2017. CC BY-NC-ND. Las citas no están completas, solo se presentan las coincidencias más sobresalientes.

Opinión de los académicos: el 52% señaló coincidió en cuerdo sobre la pertinencia de las unidades de aprendizaje del plan de estudios con el perfil de egreso (ver Tabla 19).

Tabla 19

Opinión de académicos sobre la pertinencia de las unidades de aprendizaje con el perfil de egreso

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Considero que las unidades de aprendizaje del plan de estudios son pertinentes, ya que se corresponden con el perfil de egreso de la carrera	4	4	24	52	16

También, se señaló que el plan de estudios requiere una secuencia “El plan de estudios necesita tener una seriación biológica-evolutiva” (D_IW_40); y que no cubre los requerimientos de la formación académica de los estudiantes debido a que es obsoleto: “el plan de estudios está significativamente desactualizado en comparación con las necesidades actuales de los alumnos” (D_IW_30).

2.2.1.2 Mapa curricular

La LB cuenta con tres etapas de formación: básica, disciplinaria y terminal (ver Tabla 2.17). La etapa básica contempla 18 unidades de aprendizaje multidisciplinarias (118 créditos obligatorios); la etapa disciplinaria abarca del cuarto al sexto periodo e integra 91 créditos obligatorios y 35 créditos optativos, derivados de 13 unidades de aprendizaje obligatorias y cinco unidades de aprendizaje optativas; la etapa terminal incorpora 31

créditos obligatorios comprometidos en las 5 unidades de aprendizaje obligatorias, 51 créditos optativos a cubrirse con 7 unidades de aprendizaje optativas, y la práctica profesional obligatoria con valor de 10 créditos, asimismo, en esta etapa se recomiendan los proyectos de vinculación con valor de 2 créditos optativos. La Tabla 20 presenta una descripción general de cada etapa y la competencia correspondiente.

Tabla 20

Etapas de formación de la LB

Etapa básica	Etapa disciplinaria	Etapa terminal
Establece los cimientos de la formación del estudiante, dotándolo de elementos contextualizadores, metodológicos e instrumentales, permitiéndole construir un referente para el desarrollo del área disciplinaria. Se conforma por tres periodos de los cuales dos son tronco común que se comparte con las licenciaturas ofertadas con la Facultad de Ciencias Marinas en atención a la naturaleza del programa y bajo las recomendaciones de la normatividad institucional (Estatuto Escolar Título Quinto, Capítulo Segundo, Arts. 126 al 132 de los programas de tronco común). El alumno realizará su servicio social comunitario.	Desarrollo de competencias aplicables transferibles a desempeños profesionales comunes relacionados con los aspectos técnicos y específicos de la profesión del biólogo, desarrollándose en los periodos intermedios del programa. Se adquieren los conocimientos teóricos, metodológicos y técnicos del biólogo, orientados a un aprendizaje genérico para el ejercicio profesional.	Consolidación de las competencias profesionales para incorporarse en el campo profesional a través de la aplicación en forma integrada de los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos para la generación de alternativas y la solución de problemas. Esta etapa tiene un mayor componente práctico; se establece al final del programa (séptimo y octavo periodo); la vinculación establece relaciones para construir espacios educativos; se realizan actividades de servicio y se establece un contacto cercano con el mundo del trabajo y profesión.
Competencia etapa Básica	Competencia etapa Disciplinaria	Competencia etapa Terminal
Identificar los conocimientos y herramientas básicas de las ciencias sociales, naturales y exactas a través del estudio teórico, práctico y el razonamiento lógico para lograr bases científicas que permitan un desempeño adecuado en el proceso de formación, con responsabilidad y compromiso.	Distinguir las características de los seres vivos y su entorno a través del estudio teórico-práctico para diferenciar los reinos en la naturaleza, su estado y manejo con responsabilidad social y respeto al ambiente.	Diagnosticar problemáticas inherentes a la naturaleza a través de la aplicación del conocimiento científico que permita la toma de decisiones con responsabilidad y actitud crítica.

Nota. De “Licenciatura en gastronomía: Perfil de egreso”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2023. CC BY-NC-ND.

Opinión de los académicos: el 68% concordó en acuerdo, con base en el plan de estudios, que la etapa disciplinar es apropiada, así como la etapa terminal es conveniente con un 56%. Cabe resaltar que, en la etapa básica hubo mayor disparidad de opiniones, el 36% concordó en acuerdo sobre la conveniencia de esta etapa, pero el 20% señaló estar en total desacuerdo en su pertinencia para el plan de estudios (ver Tabla 2.21).

Tabla 2.21

Opinión de académicos sobre la pertinencia del plan de estudios de la BG y las etapas de formación académica

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<i>Respecto al plan de estudios actual, considero que:</i>					
Es pertinente la etapa de formación básica	4	20	32	36	8
Es pertinente la etapa disciplinar	4	--	20	68	8
Es pertinente la etapa terminal	8	4	24	56	8

Respecto a la etapa básica, se enfatizó la necesidad de contar con un tronco común perteneciente a la formación en biología, sin involucrarse con otras carreras, además de valorar la pertinencia de los contenidos de Humanidades y Ciencias Sociales: “No debería estar tronco común compartido con nadie, se desperdician créditos en cursos humanísticos en lugar de cursos de formación en tronco común; es carrera científica y no de ciencias sociales” (D_IW_51).

En el tema de la promoción de espacios curriculares pertinentes por parte del plan de estudios de la LG, los valores más altos se presentaron en los conocimientos técnicos del biólogo y los saberes teóricos amplios y actualizados del campo profesional con 75% respectivamente. El 64% expresaron estar de acuerdo en que se fomenta la habilidad para el manejo de métodos y técnicas de trabajo en el área profesional de la carrera. También, el 56% estuvieron de acuerdo al señalar que el plan de estudios propicia la toma de decisiones y resolución de problemas y, con un promedio de 52% para los siguientes casos, los

académicos coincidieron en la promoción de la capacidad analítica y lógica, para la aplicación de conocimientos aprendidos en la formación y del pensamiento crítico, la formación de valores y el uso de TIC. Sin embargo, en el uso de las TIC el 12% de los indicaron no contar con bases para opinar. Es importante identificar que el 32% puntualizó que no se desarrollan habilidades para la comunicación oral, escrita o gráfica (ver Tabla 22).

Tabla 22

Opinión de académicos sobre la promoción de espacios curriculares del plan de estudios de la LB

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<i>Considero que el plan de estudios propicia o promueve los espacios curriculares necesarios para el (la, los):</i>					
Desarrollo de la habilidad para la comunicación oral, escrita o gráfica en español	4	--	32	48	16
Conocimientos técnicos de la disciplina	4	--	4	72	20
Conocimientos teóricos amplios y actualizados del campo profesional	4	4	4	72	16
Capacidad analítica y lógica	4	8	16	52	20
Desarrollo del pensamiento crítico	4	8	16	52	20
Toma de decisiones y resolución de problemas	4	4	24	56	12
Capacidad para aplicar conocimientos adquiridos durante la carrera	8	--	20	52	20
Desarrollo de la autonomía	8	4	20	44	24
Habilidad para el manejo de métodos y técnicas de trabajo en su área profesional	8	--	8	64	20
Uso de TIC	12	4	12	52	20
Formación de los valores universales	8	8	8	52	25

Adicionalmente, se comentó que las Prácticas Profesionales conllevan actividades que complejizan la Fase terminal, destacando la importancia de las unidades de aprendizaje formativas e integradoras de la formación del biólogo:

Con relación al Plan de Estudios, considero que la Fase terminal está muy cargada hacia actividades extraclase como son las Prácticas Profesionales, que incluso se confunde con el Servicio Social Profesional ... el alumno debiera cursar materias de carácter integrador y que si bien servirían las visitas o las estancias profesionales, no deben sustituir los créditos de materias formativas sintéticas e integradoras de conocimiento que son las de mayor profundidad e identidad de este campo de conocimiento. (D_IF_8)

2.2.1.3 Programas de unidades de aprendizaje

Opinión de los académicos: sobre el acompañamiento en la labor docente, el 48% de los académicos estuvieron de acuerdo con relación al apoyo y asesoría con la que disponen para desarrollar las actividades didácticas de las UA que imparten; pero, en suma, el 32% señalaron no contar con respaldo en este tema. De manera semejante, el 44% se consideró respaldado por la coordinación de la LG, mientras que el 12% refirieron no disponer con información para dar una opinión. El 40% se estimó asistido por el personal administrativo para la planeación y puesta en marcha de los programas de las UA (ver Tabla 2.23).

Tabla 2.23

Opinión de académicos sobre el apoyo para la planeación, ejecución y logro de los objetivos de los contenidos de las UA

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<i>En las UA que imparto:</i>					
Cuento con el apoyo y asesoría para el desarrollo de actividades didácticas	8	12	20	48	12
Cuento con el apoyo de la coordinación del programa	12	4	8	44	32

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
para la planificación y ejecución El personal administrativo que brinda apoyo es adecuado para lograr los objetivos de los contenidos	8	24	16	40	12

Los académicos expresaron opiniones divididas en relación con la suficiencia de los cambios y actualizaciones realizadas a los contenidos de las UA que imparten, el 48% (suma de 44% [de acuerdo] y 4% [total acuerdo]) señaló que se han hecho cambios pertinentes, pero el 48% opinó de manera inversa (suma de 32% [en desacuerdo] y 16% [total desacuerdo]). Respecto al cumplimiento de los contenidos de la UA, se presentó una discrepancia de posturas, por un lado, el 28% de los académicos señalaron estar de acuerdo en que la coordinación brinda seguimiento y evaluación en el cumplimiento de los contenidos de las UA, pero el 28% opinó lo contrario (ver Tabla 2.24).

Tabla 2.24

Cambios y seguimiento de las UA

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<i>En las UA que imparto:</i>					
Se han realizado los cambios y actualizaciones suficientes en los contenidos temáticos	4	16	32	44	4
La coordinación de la LG otorga seguimiento y evaluación del cumplimiento de los contenidos temáticos	8	12	28	28	24

También, el 36% de los académicos concordó en la pertinencia de los créditos y horas otorgadas a las UA, frente al 24% que puntualizó estar en desacuerdo. Referente a la seriación de las UA, el 64% la estimó conveniente y el 72% seleccionó adecuada la proporción de teoría y práctica (ver Tabla 2.25).

Tabla 2.25

Opinión de académicos sobre la pertinencia de las UA con base en el plan de estudios de la LB

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Los créditos y horas otorgadas a las UA son pertinentes	8	20	24	36	12
Es pertinente la secuencia de las UA	4	20	12	64	--
Es adecuada la proporción de teoría y práctica	4	12	12	72	--

Derivado del caso específico de una UA, se sugirió conveniente aumentar las horas clase de las UA que lo requieran, con el fin de generar un aprendizaje integral, o modificar el Programa de la Unidad de Aprendizaje (PUA):

Durante los tres últimos semestres, he impartido la teoría de la asignatura Invertebrados. Considero que dos horas semanales son insuficientes para cubrir el extenso contenido previsto en la PUA de esta unidad. Esto limita mucho la aplicación de otras estrategias de aprendizaje, como seminarios, talleres, estudios de casos, etc. Por lo tanto, he limitado mis clases a presentaciones puramente teóricas de las divisiones estudiadas. En mi opinión, se debería hacer un aumento de carga horaria o un cambio en la PUA. (D_IW_38)

Se considera importante dar cuenta de un comentario que alude a la falta de un ambiente de trabajo docente favorable respecto a la flexibilidad para la enseñanza, que incluso se estimó que la situación trascendió al ámbito personal:

el director muestra poca flexibilidad para permitir que los docentes utilicemos la libertad de cátedra para agregar o eliminar temas según sea necesario dentro de la asignatura. Esta fue mi primera experiencia en la facultad de ciencias y me sentí en todo momento bajo tensión y acosado por parte de los directivos, lo que hizo que el

ambiente laboral fuera incómodo tanto para mí como para mis estudiantes, quienes también fueron testigos del acoso que sufrí como profesor. (D_IW_30)

Referente a la promoción de un segundo idioma en la UA, preferentemente el idioma inglés, el 36% de los académicos señalaron estar de acuerdo en que el plan de estudios propicia espacios curriculares requeridos para el desarrollo de la comunicación oral o escrita en inglés. Sin embargo, el 40% expresó desacuerdo sobre la suficiencia del nivel de formación necesario en el plan de estudios del idioma inglés de acuerdo con las exigencias del ámbito profesional, además, el 16% de los académicos preciso no disponer de información al respecto (ver Tabla 2.26).

Tabla 2.26

Opinión de académicos sobre promoción y suficiencia del idioma inglés en el plan de estudios de la LB

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Considero que el plan de estudios propicia o promueve los espacios curriculares necesarios para el desarrollo de la habilidad para la comunicación oral, escrita o gráfica en inglés	8	16	28	36	12
Considero que el nivel y formación que se exige en el plan de estudios respecto al idioma inglés es suficiente según las demandas laborales del campo profesional de la carrera	16	12	40	24	8

En el tema de fomento de la investigación, el 56% estuvo de acuerdo al señalar que se promueve la participación de los estudiantes en actividades de vinculación e investigación. Asimismo, se distingue el consenso con un 88% (suma del 48% [de acuerdo] y 44% [totalmente de acuerdo]) del impulso de conocimientos generales de naturaleza científica por parte del trabajo académico (ver Tabla 2.27).

Tabla 2.27*Opinión de académicos sobre la promoción de actividades investigativas y científicas*

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Se involucra a los estudiantes en actividades de vinculación y actividades de investigación	8	4	16	56	16
Me caracterizo por promover conocimientos generales de naturaleza científica	8	--	--	48	44

Opinión de los estudiantes: sobre competencias transversales trabajadas en el tronco común, los estudiantes consideraron con un 46.2% que se han fomentado bastante las habilidades de pensamiento crítico, junto con el trabajo en equipo (44.8%) y la resolución de problemas (38.6%). Adicionalmente, se estimó que ha sido poca la aportación al fortalecimiento de la competencia de liderazgo con un 44.1%, así como las competencias profesionales con 37.9% y la creatividad con 35.9%. De esta manera, el 43.2% coincidió estar de acuerdo sobre el nivel de exigencia del tronco común, frente a un 34.2% que consideró una exigencia baja (ver Tabla 2.28).

Tabla 2.28*Opinión de estudiantes sobre contenidos del tronco común*

Ítem					
En qué medida el Tronco común ha contribuido al desarrollo de tus:					
	Respuestas (%)				
	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
Competencias profesionales	9.0	19.3	37.9	29.0	4.8
Competencia de liderazgo	12.4	17.9	44.1	21.4	4.1
Competencia para el trabajo en equipo	6.2	6.9	32.4	44.8	9.7
Capacidad para la resolución de conflictos	6.2	15.2	34.5	38.6	5.5
Habilidades de pensamiento crítico	4.8	7.6	30.3	46.2	11.0
Creatividad	9.7	11.0	35.9	33.8	9.7
Ítem	Respuestas (%)				
	Muy bajo	Bajo	Adecuado	Alto	Muy alto
Consideras que el nivel de exigencia del Tronco común es:	12.4	34.5	43.4	6.9	2.7

En este orden de ideas, desde una visión integral, los estudiantes valoraron que el Plan de estudios ha favorecido el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en un 54.5%, le siguen las competencias para el trabajo en equipo con 53.8%; con valores menores, se ubica la capacidad para resolver problemas con 46.9%, creatividad con 41.4% y el fomento de las competencias profesionales con 44.1%. El 39.3% consideró que se desarrolla poco el liderazgo en el Plan de estudios (ver Tabla 2.29)

Tabla 2.29

Opinión de estudiantes sobre contenidos del Plan de estudios

Ítem					
En qué medida el Plan de Estudios ha contribuido al desarrollo de tus:					
	Respuestas (%)				
	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
Competencias profesionales	3.4	5.5	37.2	44.1	9.7
Competencia de liderazgo	5.5	10.3	39.3	37.2	7.6
Competencia para el trabajo en equipo	4.1	2.8	17.9	53.8	21.4
Capacidad para la resolución de conflictos	2.1	9.0	31.0	46.9	11.0
Habilidades de pensamiento crítico	2.1	4.1	24.1	54.5	15.2
Creatividad	3.4	13.8	31.7	41.4	9.7
Ítem	Respuestas (%)				
	Muy bajo	Bajo	Adecuado	Alto	Muy alto
Consideras que el nivel de exigencia del Tronco común es:	4.5	15.6	55.2	20.8	3.8

Adicionalmente, el 49.6% de los estudiantes concordaron en que es adecuado el orden de impartición de las UA en tránsito de estudio de la carrera (ver Tabla 2.30).

Tabla 2.30

Opinión de estudiantes sobre el orden de las UA en el Plan de estudios

Ítem	Respuestas (%)				
	Totalmente adecuado	Adecuado	Poco adecuado	Muy poco adecuado	Nada adecuado
¿Consideras que el orden en que se imparten las asignaturas a lo largo de tu carrera es adecuado?	6.0	49.6	35.6	5.3	3.3

En el tema del idioma inglés, el 65.0% de los estudiantes puntualizaron que conocen el nivel de inglés solicitado por la carrera, el 43.2% está enterado de las opciones con las que cuenta para acreditar este idioma. Asimismo, el 36.3% valoró en un nivel alto la aportación del plan de estudios en el idioma inglés, pero el 26.1% indicó un nivel bajo en dicha aportación. Al respecto, el 85.6% estimó que dominar el idioma inglés es importante para su labor profesional (ver Tabla 2.31)

Tabla 2.31

Opinión de estudiantes sobre el idioma inglés en el Plan de estudios

Ítems	Respuestas (%)			
	Sí	No	No estoy seguro(a)	
¿Identificas el nivel de inglés que se exige en tu carrera?	65.0	21.5	13.4	
¿Identificas las opciones para acreditar el idioma inglés que se exige en tu carrera?	43.2	37.8	18.9	
¿En qué nivel valoras la contribución del plan de estudios en el aprendizaje del idioma inglés?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
	22.1	36.3	26.1	15.5
¿En qué medida, consideras que el dominio del idioma inglés es relevante para el ejercicio profesional?	Totalmente relevante	Relevante	Poco relevante	Nada relevante
	85.6	10.9	2.0	1.4

2.2.1.4 Tecnología educativa y de la información para el aprendizaje

Opinión de los académicos: relacionado a la impartición de clases, los recursos y materiales de apoyo valorados de uso permanente fueron —con los porcentajes más altos— las ilustraciones con el 72%, presentaciones de *Power Point* o similares con 68%, pizarrón 52%, consulta en bases de datos 48%, material audiovisual 44%, sitios de internet 36% (también 36% algunas veces) y con 32% apuntes. Enseguida, el 40% de los académicos señalaron algunas veces recurrir a estudio de casos específicos y en ocasiones utilizar material auditivo con 36%. El 56% señaló no hacer uso del pizarrón eléctrico (ver Tabla 2.32).

Tabla 2.32*Opinión de académicos sobre los materiales de apoyo y recursos utilizados en clase*

Ítems	Respuestas (%)				
	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
<i>Uso en clase de los siguientes materiales de apoyo y recursos:</i>					
Ilustraciones	72	12	8	4	4
Presentaciones en <i>Power Point</i> o similares	68	20	12	--	--
Pizarrón	52	8	32	8	--
Consulta de bases de datos especializadas	48	12	28	12	--
Material audiovisual	44	20	36		
Sitios de internet	36	24	36	4	--
Apuntes	32	32	28	4	4
Estudio de casos concretos	32	16	40	8	4
Material auditivo	20	8	36	24	12
Pizarrón electrónico	4	8	20	12	56

En suma, el 48% de los académicos señalaron acuerdo en disponer de los recursos didácticos o tecnológicos necesarios para el desarrollo de las UA que desempeñan (ver Tabla 2.33).

Tabla 2.33*Opinión de académicos sobre la suficiencia de recursos didácticos y tecnológicos para el desarrollo de las UA*

Ítem	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Cuento con suficientes recursos didácticos o tecnológicos para el desarrollo de las UA que imparto	8	12	20	48	12

2.2.2 Actividades para la formación integral

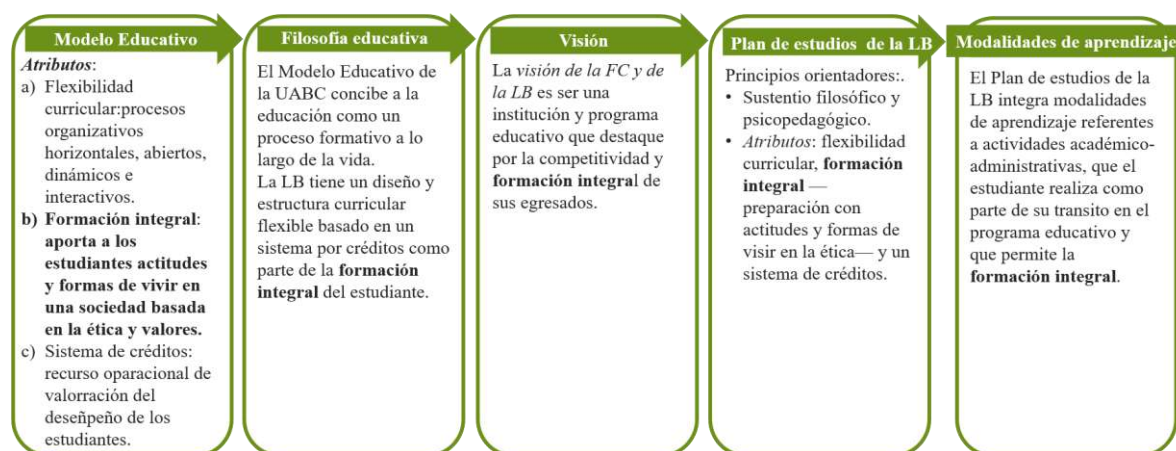
Objetivo específico. Analizar las actividades para la formación integral de los estudiantes.

2.2.2.1 Actividades complementarias para la formación integral

La formación integral es un elemento presente de manera transversal en el trayecto académico del estudiante, desde el Modelo educativo de la UABC, en la Filosofía de la universidad, en la Visión de la FC y de la LB y en el Plan de estudios de estudios de la LB. El plan de estudios 2017-2 contempla modalidades de aprendizaje, estas son actividades académico-administrativas en las que se involucra el estudiante como parte de su trayecto académico, con el fin de concientizar la responsabilidad de su preparación profesional (UABC, 2017) (ver Figura 2.2).

Figura 2.2

La formación integral en la LB



Nota. De “Propuesta de modificación del Programa Educativo: Licenciatura en Biología”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2017. CC BY-NC-ND. Las citas no están completas, solo se presentan las coincidencias más sobresalientes.

Las modalidades de aprendizaje favorecen al estudiante en la selección de actividades con valor en créditos que pueden ser asignados con distintas UA en las tres etapas de formación —inicial, disciplinar y terminal—, asimismo, el docente o tutor participa como guía en la configuración del perfil profesional según los intereses del estudiante (UABC, 2017). Las modalidades de aprendizaje para la obtención de créditos son 19: 1. Unidades de

aprendizaje obligatorias, 2. Unidades de aprendizaje optativas, 3. Otros cursos optativos, 4. Estudios independientes, 5. Ayudantía docente, 6. Ayudantía de investigación, 5. Ejercicio investigativo, 6. Ayudantía de investigación, 7. Ejercicio investigativo, 8. Apoyo a actividades de extensión y vinculación, 9. Proyectos de vinculación con valor en créditos, 10. Titulación por proyecto, 11. Actividades artísticas, deportivas y culturales, 12. Prácticas profesionales, 13. Programa de emprendedores universitarios, 14. Actividades para la formación en valores, 15. Cursos intersemestrales, 16. Movilidad e intercambio estudiantil, 17. Servicio social comunitario y profesional, 18. Idioma Extranjero y 19. Actividades optativas de formación integral. La Tabla 2.34 describe de manera general cada una de estas.

Tabla 2.34

Modalidades de aprendizaje para una formación integral

Modalidad de aprendizaje	Descripción general
1.Unidades de aprendizaje obligatorias	Son indispensables y obligatorias para la formación profesional. Los créditos se establecen de acuerdo al criterio de una hora clase que equivale a dos créditos, y una hora laboratorio, taller o campo equivale a un crédito. Aquí se contemplan unidades integradoras que contienen conocimientos básicos y disciplinarios cuya función es que el estudiante demuestre competencias según las áreas de conocimiento.
2.Unidades de aprendizaje optativas	Involucran temas de interés particular y complementario a la formación profesional en de biología; los créditos no deberán ser más de siete. Estas pueden ser adquiridas en cualquier campus de UABC y durante su movilidad en las universidades con las que tenga convenio.
3.Otros cursos optativos	Son unidades de aprendizaje nuevas o relevantes en forma emergente, que se pueden integrar al plan de estudios, de acuerdo con los avances científicos y tecnológicos en las diferentes disciplinas; los créditos no deberán ser más de siete. Estos cursos podrán tomarse en otras licenciaturas de UABC o en los intercambios académicos nacionales o internacionales.
4.Estudios independientes	El estudiante puede realizar estudios de interés disciplinario no sujeto a la asistencia a clases presenciales; la responsabilidad de realizar las actividades del plan de trabajo previamente autorizado recae en el estudiante. La temática a desarrollar deberá ser novedosa, innovadora y creativa. Se aceptarán máximo dos estudios independientes, sin exceder los 7 créditos
5.Ayudantía docente	El estudiante puede participar como adjunto de docencia (auxiliar docente), bajo la supervisión de un profesor o investigador de licenciatura,

Modalidad de aprendizaje	Descripción general
6. Ayudantía de investigación	realizando acciones de apoyo académico dentro y fuera del aula. Se podrá realizar desde la etapa disciplinaria. El número de créditos no deberá exceder de seis. Se realiza durante las etapas disciplinaria o terminal. El estudiante participa apoyando alguna investigación registrada por el personal académico de la universidad o de otras instituciones, siempre y cuando dicha investigación se encuentre relacionada con la orientación profesional del alumno. El número de créditos no deberá exceder de seis.
7. Ejercicio investigativo	El estudiante elabora una propuesta de investigación con la orientación de un tutor. Podrá presentarse en la etapa terminal. El número de créditos no deberá exceder de seis.
8. Apoyo a actividades de extensión y vinculación	Son un conjunto de actividades para acercar las fuentes del conocimiento científico, tecnológico y cultural con los sectores sociales, productivos, así como a la comunidad en general; consisten en diversas formas: planeación y organización de cursos, conferencias y diversas acciones con dichos sectores, entre otros. El número de créditos no deberá exceder de dos por actividad.
9. Proyectos de vinculación con valor en créditos	Estos proyectos son de carácter optativo y se realizan en la etapa terminal a través de la coordinación de la unidad académica con los sectores social y productivo, tiene la finalidad de fortalecer el logro de competencias específicas al situar al estudiante en ambientes reales y al participar en la solución de problemas o en la mejora de procesos de su área profesional. El total de créditos del proyecto dependerá de los créditos obligatorios y optativos de las modalidades de aprendizaje que lo constituyan, más el valor en créditos optativos asignados al proyecto según las políticas vigentes definidas por la Coordinación General de Formación Profesional y Vinculación Universitaria.
10. Titulación por proyecto	Es el producto de actividades de vinculación con la sociedad, que pueden ser resultado de la realización de actividades de aprendizaje y obtención de créditos, en apego estricto a los requisitos del Reglamento General de Exámenes Profesionales.
11. Actividades artísticas, deportivas y culturales	tienen como objetivo coadyuvar al desarrollo integral del estudiante, mediante el fomento de las facultades creativas, propias de los talleres, grupos artísticos y organizaciones deportivas. El número de créditos no deberá exceder de tres.
12. Prácticas profesionales	Es el conjunto de actividades y quehaceres propios de aplicación de la formación profesional y la vinculación con el entorno social y productivo, mediante las cuales se contribuye a la formación integral del alumno al combinar las competencias adquiridas para intervenir en la solución de problemas prácticos de la realidad profesional. Las prácticas profesionales son de carácter obligatorio y deberán de realizarse a partir de la acreditación del 70% de los créditos y de haber concluido la primera etapa del servicio social. Se establecerán programas de prácticas profesionales dentro de los convenios que ya se tienen con algunas instituciones de gobierno, centros

Modalidad de aprendizaje	Descripción general
13. Programa de emprendedores universitarios	de investigación, empresas, entre otras. El valor de créditos de la práctica profesional será de 10, equivale a 160 horas. Se busca apoyar e incentivar a los estudiantes con perfil emprendedor que manifiesten inquietudes de desarrollar proyectos emprendedores o innovadores, con la asesoría, supervisión y evaluación de un docente o un profesionista experto en el área. Para ello se oferta la unidad de aprendizaje Emprendedores de carácter optativo con un valor de 7 créditos
14. Actividades para la formación en valores	Se refiere a la participación de los alumnos en actividades que propicien una reflexión axiológica que fomente la formación de valores éticos y de carácter universal. Los planes de estudio incluirán actividades curriculares para la formación valoral, con el fin de propiciar la formación integral del estudiante.
15. Cursos intersemestrales	En la FC, estos cursos se ofertan entre un período escolar y otro. Por sus características, permiten a los estudiantes cursar unidades de aprendizaje obligatorias u optativas con la finalidad de cubrir créditos y avanzar en su plan de estudios
16. Movilidad e intercambio estudiantil	Se refiere a las acciones que permiten incorporar a estudiantes en otras instituciones de educación superior nacionales o extranjeras y viceversa, que pueden o no involucrar una acción recíproca. Como un tipo de movilidad se ubica el intercambio estudiantil, que permite incorporar alumnos y necesariamente involucra una acción recíproca. La movilidad e intercambio posibilita a los estudiantes de la FC para cursar unidades de aprendizaje, prácticas profesionales, o realizar actividades académicas en forma intrainstitucional o en otras instituciones de educación superior en el país o en el extranjero que puedan ser factibles de acreditar.
17. Servicio social comunitario y profesional	Los programas correspondientes al servicio social comunitario o primera etapa, tienen como objetivo beneficiar a la comunidad bajacaliforniana en primer término, fomentar en los estudiantes el espíritu comunitario y trabajo en equipo, y fortalecer la misión social de nuestra máxima casa de estudios. El servicio social consta de 300 horas y deberá realizarse en la etapa básica y antes de ingresar a la etapa disciplinaria.
18. Idioma Extranjero	El conocimiento del inglés como idioma extranjero se considera parte indispensable en la formación del estudiante. El Estatuto escolar en el artículo 117 señala las vías para la expedición de una constancia que emite la Facultad de Idiomas o la autoridad educativa correspondiente.
19. Actividades optativas de formación integral	Estas actividades con valor en créditos, desarrolladas durante la trayectoria académica universitaria, contemplan la asistencia a eventos académicos, actividades culturales y deportivas. Las unidades académicas serán responsables de la difusión de todas las actividades de formación integral a la comunidad estudiantil y personal docente de la unidad, especialmente a tutores y orientadores, capacitando a estos sobre el uso del carnet institucional.

Nota. De “Propuesta de modificación del Programa Educativo: Licenciatura en Biología”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2017. CC BY-NC-ND.

Un punto a resaltar es el papel de la planeación y seguimiento de las modalidades de aprendizaje que el estudiante lleve a cabo, estas tareas son gestionadas por la unidad académica de la mano con la Coordinación de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar (CGSEGE), la Coordinación General de Formación Básica y Vinculación Universitaria (UABC, 2017). La planeación permite llevar un registro de las actividades académicas y experiencias educativas desempeñadas dentro y fuera —sector productivo y otras instituciones educativas— de la universidad; asimismo, se supervisa el apego al enfoque curricular atender como guía con aluden a la selección de unidades de aprendizaje (UABC, 2017).

2.2.2.2 Enseñanza de lenguas extranjeras

El Plan de estudios de la LB reconoce la importancia del dominio del inglés, como idioma extranjero, como parte de la formación de los estudiantes indica (UABC, 2017). Adicionalmente, el Estatuto escolar de la UABC (2021b) destaca la relevancia del conocimiento de una lengua extranjera en la formación del estudiante; por tanto, es un requisito inherente de todos los planes de estudios de la universidad. El Estatuto escolar también añade que el nivel de dominio, opciones y etapas de acreditación, la redacción y presentación de cualquier trabajo terminal —tesis u obras similares— en lengua extranjera serán establecidas por cada Unidad Académica (UABC, 2021b). Dicha afirmación se sustenta en el Modelo educativo de la UABC (2013), donde se reconoce el dominio de una lengua extranjera como parte de la normatividad institucional y se delega a las unidades académicas definir el grado de conocimiento con base en el perfil profesional de la carrera.

Conclusiones Estudio 2.2. Evaluación del currículo

El plan de estudios 2017-2 de la LB es congruente con la normativa y política institucional de la UABC. Además, en opinión de los académicos, el plan de estudios es pertinente en la etapa básica con el 36% de acuerdo, el 68% en la etapa disciplinaria y el 56% en la etapa terminal. Es importante destacar la necesidad que los académicos señalaron de contar con un tronco común únicamente de la LB. También, el 75% de los académicos estuvieron de acuerdo en la existencia de espacios curriculares propicios que favorecen los conocimientos técnicos del biólogo y los saberes teóricos amplios y actualizados del campo profesional;

sin embargo, el 32% señaló que no se desarrollan habilidades para la comunicación oral, escrita o gráfica, mientras que el 12% indicaron no disponer de información para opinar si se cuenta con espacios curriculares para el uso de las TIC.

En el tema de acompañamiento a la labor docente, el 48% de los académicos estuvo de acuerdo sobre el apoyo y asesoramiento que se le brinda para el desarrollo de actividades didácticas. Así, el 44% destacó el respaldo de la coordinación de la LB y el 40% subrayó el apoyo del personal administrativo. Sin embargo, se presentaron opiniones variadas en los cambios realizados a los contenidos de las UA, el 44% de los académicos convino en la realización de cambios, pero el 32% opinó que no se realizan cambios ni actualizaciones suficientes en los contenidos temáticos —además, el 16% estuvo en total desacuerdo sobre la falta de modificaciones—.

Adicionalmente, el 36% coincidió en la pertinencia de los créditos y horas del programa de estudio, el 64% en la secuencia de las UA y el 72% en la proporción de teoría y práctica de las UA. Cabe resaltar las puntualizaciones de algunos docentes sobre la necesidad de disponer de mayor horas clase para algunas unidades de aprendizaje, la falta de un ambiente laboral favorable para la libre cátedra con base en la competencia general de las unidades de aprendizaje,

Con referencia al segundo idioma en las UA —el idioma inglés—, el 36% de los académicos estuvieron de acuerdo sobre el fomento de espacios curriculares para el desarrollo de la comunicación oral o escrita en inglés en el plan de estudios. Pero el 40% puntualizó insuficiente el nivel de formación del idioma inglés brindado en el plan de estudios frente a las exigencias del ámbito profesional.

Respecto al fomento de la investigación, el 48 % de los académicos estuvo de acuerdo, además del 44% en total acuerdo, en que promueven conocimientos generales de naturaleza científica. De esta forma, el 56% expresó involucrar a sus estudiantes en actividades de investigación y vinculación.

Por su parte, con relación al tronco común, el 46.2% de los estudiantes coincidieron en que las habilidades de pensamiento crítico es un contenido transversal bastante presente

en su formación, seguido del trabajo en equipo con 44.8%, pero el 44.1% consideró que se trabaja poco la competencia de liderazgo, las competencias profesionales con 37.9% y la creatividad con 34.9%. Además, el 43.4% valoró adecuado el nivel de exigencia del tronco común, pero el nivel de exigencia del programa de estudio de manera general fue de 55.2%. Aquí, respecto al programa de estudio, las habilidades de pensamiento crítico también fueron las más resaltadas con 54.2%, al igual que el 39.3% señaló que ha sido poca la contribución de la LB a la competencia de liderazgo.

Sobre el idioma inglés, el 36 % de los académicos indicaron estar de acuerdo en que el plan de estudios promueve espacios curriculares para la comunicación oral y escrita en inglés, pero el 40% reconoció que es insuficiente el nivel de inglés desarrollado en la carrera de cara a las exigencias del campo profesional. Por su parte, los estudiantes sostuvieron el planteamiento de la importancia del idioma inglés para su ejercicio profesional con 85.6%.

Acerca de los recursos y materiales de apoyo destinados a la impartición de clases, el 72% de los académicos indicaron el uso permanente de ilustraciones, 63% de presentaciones de *Power Point* o similares y el 52% utilizan el pizarrón. Además, el 48% consultan siempre bases de datos especializadas, sumado al 48% de académicos que revisan material audiovisual. Así, el 48% de los académicos destacó contar con los recursos didácticos o tecnológicos para su trabajo en las unidades de aprendizaje.

Las actividades para la formación integral de los estudiantes de la FB involucran, en el plan 2017-1, 19 modalidades de aprendizaje con valor en créditos que le posibilita al estudiante elegir las opciones que considere de su mayor interés, en la consolidación de su identidad profesional y en valores (UABC, 2017).

Por último, respecto a las lenguas extranjeras, el plan de estudios 2017-2 de la LB de la FC y el Modelo educativo de la UABC señalan la relevancia del conocimiento de una lengua extranjera en la formación integral del estudiante.

Estudio 2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes en el programa educativo

Objetivo. El objetivo general de este estudio fue evaluar la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa con el fin de identificar fundamentos para modificar o actualizar el programa educativo. Para tal fin, se consideraron cuatro categorías: 2.3.1 Proceso de ingreso al programa educativo, 2.3.2 Indicadores de trayectoria escolar, 2.3.3 Participación de los estudiantes en programas de apoyo y 2.3.4 Resultados de los estudiantes (ver Tabla 2.35).

Tabla 2.35

Descripción de elementos estructurales de la Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa educativo.

Categoría	Objetivo específico	Indicador
2.3.1 Proceso de ingreso	Describir el proceso de ingreso al programa educativo.	2.3.1.1 Estrategias de difusión, promoción y orientación del programa educativo
2.3.2 Indicadores de trayectoria escolar	Analizar indicadores de trayectoria escolar de los estudiantes que cursan el programa educativo.	2.3.2.1 Control del desempeño de los estudiantes en el programa educativo
		2.3.2.2 Eficiencia terminal
		2.3.2.3 Eficiencia en la titulación u obtención de grado
2.3.3 Participación de los estudiantes en programas de apoyo	Analizar la participación de los estudiantes en programas de apoyo.	2.3.3.1 Programas de asesoría académica, regularización y acciones de nivelación a los estudiantes
		2.3.3.2 Programa de inclusión
		2.3.3.3 Movilidad e intercambio de estudiantes
		2.3.3.4 Servicios de tutoría
		2.3.3.5 Servicios de orientación educativa y psicopedagógica de apoyo al estudiante
		2.3.3.6 Prácticas profesionales, estancias y visitas en los diversos sectores
		2.3.3.7 Servicio social
2.3.4 Resultados de los estudiantes	Evaluar los resultados de los estudiantes que	2.3.4.1 Resultados en exámenes de egreso externos a la institución

Categoría	Objetivo específico	Indicador
	cursaron el programa educativo, en exámenes, diversos eventos nacionales e internacionales, así como el dominio de otras lenguas.	2.3.4.2 Participación de estudiantes en concursos, competencias, exhibiciones y presentaciones nacionales e internacionales
		2.3.4.3 Cumplimiento del perfil de egreso

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, *Universidad Autónoma de Baja California*. CC BY-NC-ND.

Método. Se realizó una investigación documental y una investigación empírica para identificar los fundamentos y condiciones de operación del programa educativo.

Participantes. La investigación empírica involucró la participación del coordinador de la carrera, académicos y estudiantes de la Licenciatura en Biología (LB) de la Facultad de Ciencias (FC) del campus Ensenada de la UABC. En el caso de los académicos se obtuvo una muestra no probabilística por autoselección de 25 académicos —quienes atendieron a responder el instrumento de manera completa—, esto representó el 69.5% de la población total. La muestra de estudiantes fue de 145, se consideraron solamente las respuestas completas —las entradas incompletas fueron 31—. La muestra de estudiantes representó el 52.9% del total de la matrícula del periodo 2023-2 (UABC, 2024c). La Tabla 2.36 presenta las frecuencias y porcentajes de la muestra de académicos y estudiantes.

Tabla 2.36

Valores de las muestras de académicos y estudiantes en el periodo 2023-2

Indicadores	Académicos		Estudiantes	
	F	%	F	%
Población total	36	100	274 ^a	100
Muestra	25	69.5	145	52.9
Respuestas completadas	25		145	
Respuestas incompletas	28		31	
Respuestas totales	53 ^b		176	

Nota. ^a De “Sistema de Indicadores y Estadísticas Institucionales”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024c. CC BY-NC-ND. ^b En el caso de los académicos, se estima que ingresaron al instrumento en más de una ocasión.

Con relación a los académicos, el 60% fueron de sexo masculino y el 40% de sexo femenino; el rango que concentró mayor porcentaje de edad fue de 36 a 40 años con 28%, seguido del rango de 56 años o más con 24%. El 88% de los académicos señalaron tener grado de doctor, de estos, el 40% cuenta con estudios posdoctorales. El 56% de los académicos de la muestra fueron Profesores de tiempo completo (PTC); y el rango de experiencia docente en la UABC con mayor concentración fue de 1 a 5 años con 40% (ver Tabla 2.37).

Tabla 2.37

Características generales de la muestra de académicos

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	10	40
	Masculino	15	60
Edad	25 años o menos	1	4
	26-30 años	1	4
	31-35 años	2	8
	36-40 años	7	28
	41-45 años	5	20
	46-50 años	2	8
	51-55 años	1	4
	56 años o más	6	24
Nivel máximo de estudios	Licenciatura/Ingeniería	1	4
	Maestría	2	8
	Doctorado	12	48
	Posdoctorado	10	40
Sector en que realiza su actividad profesional	Público	20	80
	Privado	2	8
	Ambos	3	12
	1-5 años	10	40

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Años de experiencia docente en UABC	6-10 años	7	28
	11-15 años	2	8
	16-20 años	1	4
	Mas de 21 años	5	20
Tipo de contratación	Profesor de tiempo completo	14	56
	Profesor de medio tiempo	1	4
	Profesor de asignatura	7	28
	Técnico académico	3	12

Respecto a las características generales de la muestra de estudiantes, el 57.9% fueron de sexo femenino; el 20.7% cursaba el tercer semestre, y el quinto semestre también con el mismo porcentaje —un estudiante señalo ser de movilidad, por tanto, cursaba unidades de aprendizaje de varios semestres—; el 64.1% no trabaja; el 91.7% es soltero(a) (ver Tabla 2.38).

Tabla 2.38

Características generales de la muestra de estudiantes

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	84	57.9
	Masculino	54	37.2
	No especificado	4	2.8
	Prefiero omitir esta pregunta	3	2.1
Edad	Menos de 18 años	1	0.7
	18 años	3	2.1
	19 años	8	5.5
	20 años	32	22.1
	21 años	31	21.4
	22 años	31	21.4
	23 años o más	39	26.9
Semestre en curso	Primero	1	0.7
	Segundo	0	0
	Tercero	30	20.7
	Cuarto	21	14.5

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
	Quinto	30	20.7
	Sexto	28	19.3
	Séptimo	10	6.9
	Octavo	12	8.3
	Otro	13	8.9
Trabajo	Sí	52	35.9
	No	93	64.1
Modalidad de Trabajo*	por mi cuenta	18	12.4
	empleado	34	23.4
Estado civil	Casado(a)	4	2.8
	Soltero(a)	133	91.7
	Unión libre	8	5.5

Nota. * Correspondiente a los 52 estudiantes que señalaron trabajar

Materiales. Los principales documentos y sitios web de análisis fueron los siguientes:

- 1) Reporte para la Reacreditación de la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología [CACEB], 2023).
- 2) Página institucional de la Licenciatura en Biología (UABC, 2024b).
- 3) Propuesta de modificación del Programa Educativo: Licenciatura en Biología (UABC, 2017).
- 4) Plan de desarrollo 2023-2027 (UABC, 2023).
- 5) Cuarto informe de actividades 2023-2024 de la Facultad de Ciencias (UABC, 2024a).
- 6) Sistema de indicadores y estadísticas institucionales (UABC, 2024c).
- 7) Cuestionario dirigido a académicos adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice D).
- 8) Cuestionario dirigido a estudiantes adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de

Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice E).

Procedimiento. En la investigación documental se analizaron diversos documentos y páginas institucionales en línea relacionadas a la implementación y resultados del programa educativo de Biología.

La investigación empírica correspondió a un diseño transversal de tipo descriptivo con el fin de analizar las opiniones del coordinador, académicos y estudiantes del programa educativo referentes a la identificación de fortalezas y áreas de mejora. Con el coordinador de la carrera se tuvo una entrevista por videoconferencia, la finalidad fue atender temas referentes a principios teóricos, programas afines y organismos reguladores para la formación en biología. Posteriormente, la vía de comunicación con el coordinador fue el correo electrónico institucional, por este medio se compartieron materiales, dudas y comentarios. Para los académicos y estudiantes la aplicación del cuestionario se administró y supervisó por medio del *software LimeSurvey* versión 5.3.7+220328. De esta forma fueron enviados los cuestionarios a cada grupo de participantes. El coordinador de la carrera fue un apoyo importante para invitar a los participantes a responder el cuestionario.

Para el análisis de los datos empíricos, se extrajeron las bases de datos de las muestras; su estudio conllevó un análisis descriptivo de los datos resultantes de los ítems cerrados y un análisis cualitativo de la información derivada de los ítems abiertos.

Resultados. Los hallazgos se presentan de acuerdo a la estructura interna de la evaluación de fundamentos y condiciones de operación de la LB. Cabe recordar que, en el caso de los académicos los resultados del análisis descriptivo de los ítems cerrados corresponden a toda la muestra; en cambio, en el análisis cualitativo la tasa promedio de respuesta fue de 40%, dado que fue voluntario realizar comentarios abiertos. De la misma forma, referente a los estudiantes, la tasa promedio de respuesta fue de 14.5%.

2.3.1 Proceso de ingreso al programa educativo

Objetivo específico. Describir el proceso de ingreso al programa educativo.

2.3.1.1 Estrategias de difusión, promoción y orientación del programa educativo

Para la FC, La divulgación es uno de los tres elementos fundamentales principales de la ciencia, pues representa la unión idónea entre la ciencia y la comunidad

La FC dispone de un programa de difusión para promover todos los programas educativos que oferta, donde se incluye la carrera de Biología. Dicho programa involucra diversas actividades: creación de seminarios exclusivos para estudiantes de educación media superior, asistencia de la FC a ferias de orientación vocacional, difusión en UABC Radio , organización y participación en la Semana de Ciencias —donde asisten estudiantes de nivel básico y media superior—, divulgación de un video promocional de la FC y sus carreras, promoción de infografía de la LB, propagación de díptico con información específica e importante de la LB (CACEB, 2023), Olimpiadas de Biología a nivel bachillerato, simposios, reuniones de trabajo, cursos de extensión, asesorías, talleres, entre otras (UABC, 2017).

Al interior de la universidad, La FC también cuenta con un Responsable de Difusión encargado de orquestar actividades para la promoción y divulgación de la carrera de Biología. Como parte de las acciones que dicha figura realiza, para difundir información sobre las acciones de la LB y sus profesores-investigadores, se encuentra el trabajo de la página *web* institucional de la FC, publicación de noticias científicas y de divulgación —redacción, edición— en la Gaceta Universitaria, en periódicos a nivel local (p. ej. El Vigía), y el seguimiento y atención a las redes sociales —*Facebook* e *Instagram*— (UABC, 2017). Adicionalmente, se realizan diferentes recursos audiovisuales y boletines de eventos, que se distribuyen en los medios antes señalados y en periódicos murales ubicados en sitios de alto tránsito en la FC, entre otros (UABC, 2017).

Otra de las tareas que se comparten es la existencia de convenios con instituciones y organizaciones externas, la información de congresos, eventos de ciencia, charlas, entre otros (UABC, 2017).

2.3.2 Indicadores de trayectoria escolar

Objetivo específico. Analizar indicadores de trayectoria escolar de los estudiantes que cursan el programa educativo.

2.3.2.1 Control del desempeño de los estudiantes en el programa educativo

En la LB, ofertada en la FC, el mayor promedio semestral del periodo 2017-1 al 2024-1 fue de 89 en el periodo 2019-2; asimismo, el promedio general semestral en dicho rango de periodos es de 84.3 (ver Tabla 2.40).

Tabla 2.40

Rendimiento escolar de la LB

Promedio por semestre															X̄	
2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1		2
81	84	82	87	83	89	84	88	82	83	80	84	83	87	88	SD	84.3

Nota. De “Indicadores de seguimiento escolar: Rendimiento escolar”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024f. CC BY-NC-ND. ^a SD=Sin datos en el sistema.

La FC emplea estrategias remediales para disminuir los índices de reprobación y deserción, principalmente, el programa de tutorías apoya a los estudiantes durante todo su tránsito por la carrera que curse en la FC (CACEB, 2023). En este programa de tutorías los docentes de tiempo completo de la LB tienen el papel de tutores, con el propósito de guiar a sus tutorados según la información académica de cada uno (CACEB, 2023). Además, la UABC tiene el Programa de Orientación Educativa y Psicológica que ofrece orientación educativa y psicológica a aspirantes, estudiantes y docentes (UABC, 2019); en la FC se cuenta con este programa (CACEB, 2023). Adicionalmente, la universidad dispone de un sistema computarizado en línea que automatiza los procesos involucrados en las tutorías académicas, al cual tienen acceso los estudiantes, tutores, el coordinador de tutores y el administrador del sistema (UABC, 2014) (ver Figura 2.3).

Figura 2.3

Estrategias institucionales para abatir la reprobación y deserción



Nota. De “Reporte para la Reacreditación de la Licenciatura en Biología Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California”, por Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología, 2023. CC BY-NC-ND. ^a De “Programa de Orientación Educativa y Psicológica”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2019. CC BY-NC-ND. ^b De “Sistema Institucional de Tutorías”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2014. CC BY-NC-ND.

Específicamente, en la LB, la UA Fisicoquímica de la etapa disciplinar presenta el mayor índice de reprobación (CACEB, 2023). De aquí que se pusieran en marcha dos acciones para contrarrestar tal situación: a) dos grupos teóricos y cuatro laboratorios de fisicoquímica de forma semestral, y b) grupo de estudio durante el semestre, iniciando en el periodo 2022-1 (CACEB, 2023). Las acciones principales del grupo de estudio se muestran en la Figura 2.4.

Figura 2.4

Acciones del grupo de estudio en la LB



Nota. De “Reporte para la Reacreditación de la Licenciatura en Biología Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California”, por Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología, 2023. CC BY-NC-ND.

Los resultados más destacados del grupo de estudio reflejaron que los estudiantes asistentes obtuvieron calificaciones más altas y menos reprobación: 17.4 puntos de aumento promedio de calificación al presentar examen de reposición; inversamente los estudiantes que no asistieron al grupo de estudio solo aumentaron 3.0 puntos en promedio (CACEB, 2023). Asimismo, derivado del grupo de estudio, hubo un estudiante sobresaliente que aumentó su puntaje a 60 puntos (CACEB, 2023).

Respecto al rezago por reprobación, con base en los Indicadores de seguimiento escolar del sistema e-Trayecto (UABC, 2024c), la cohorte —año de ingreso del estudiante con calificación— donde se presentó mayor rezago nivel uno —una UA reprobada— fue la 2020-2 con 18 estudiantes (41%). En el caso del rezago nivel dos —dos UA reprobadas—, hubo cinco cohortes con la misma cantidad de estudiantes, 5 frecuencias, en 2017-1 (10%), 2018-2 (10%), 2020-1 (11%), 2021-1 (10%) y 2023-1 (16%). Sobre el rezago nivel tres —tres o más UA reprobadas—, la cohorte con el mayor número de estudiantes fue el 2017-2 con 29 estudiantes (64%), pero el periodo con mayor porcentaje en este nivel se presentó en 2022-1 con 71%. Así, el nivel de rezago con un promedio general más alto fue el tres con 42.4% de la cohorte 2017-1 a 2023-2; mientras que, de las últimas cinco cohortes, 2021-2 a 2023-2, el mayor promedio se ubica en el rezago nivel 1 con 42.2%. También, se identifica la cohorte 2019-2 con el mayor número de estudiantes regulares (30 estudiantes), pero en la cohorte 2024-1 se informó que todos los estudiantes eran regulares (12 estudiantes). Es importante considerar que el periodo 2019-2 es el que presentó mayor número de estudiantes inscritos (51 estudiantes) (ver Tabla 2.41).

Tabla 2.41

Rezago por reprobación de la LB

Cohorte	Inscritos				Regulares				Rezago nivel 1				Rezago nivel 2				Rezago nivel 3			
	F ^a		%		F		%		F		%		F		%		F		%	
	M ^b	H ^c	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
2017-1	48		100		9		19		7		15		5		10		27		56	
	31	17	65	35	6	3	13	6	4	3	8	6	3	2	6	4	18	9	38	19
2017-2	45		100		6		13		6		13		4		9		29		64	
	30	15	67	33	3	3	7	7	5	1	11	2	2	2	4	4	20	9	44	20
2018-1	15		100		1		7		0		0		1		7		13		87	
	11	4	73	27	0	1	0	7	0	0	0	0	1	0	7	0	10	3	67	20
2018-2	49		100		24		49		9		18		5		10		11		22	
	31	18	63	37	18	6	37	12	3	6	6	12	2	3	4	6	8	3	16	6
2019-1	16		100		6		38		3		19		2		13		5		31	
	9	7	56	44	5	1	31	6	1	2	6	13	1	1	6	6	2	3	13	19
2019-2	51		100		30		59		2		4		2		4		17		33	
	25	26	49	51	13	17	25	33	2	0	4	0	1	1	2	2	9	8	18	16
2020-1	44		100		4		9		9		20		5		11		26		59	
	29	15	66	34	1	3	2	7	6	3	14	7	2	3	5	7	20	6	45	14
2020-2	44		100		13		30		18		41		2		5		11		25	
	32	12	73	27	10	3	23	7	12	6	27	14	2	0	5	0	8	3	18	7
2021-1	49		100		9		18		9		18		5		10		26		53	
	31	18	63	37	8	1	16	2	5	4	10	8	2	3	4	6	16	10	33	20
2021-2	46		100		14		30		6		13		4		9		22		48	
	25	21	54	46	10	4	22	9	6	0	13	0	2	2	4	4	7	15	15	33
2022-1	28		100		5		18		1		4		2		7		20		71	

Cohorte	Inscritos				Regulares				Rezago nivel 1				Rezago nivel 2				Rezago nivel 3			
	F ^a		%		F		%		F		%		F		%		F		%	
	M ^b	H ^c	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
2022-2	17	11	61	39	4	1	14	4	0	1	0	4	2	0	7	0	11	9	39	32
	37		100		23		62		4		11		2		5		8		22	
	18	19	49	51	10	13	27	35	4	0	11	0	1	1	3	3	3	5	8	14
2023-1	31		100		11		35		9		29		5		16		6		19	
	16	15	52	48	6	5	19	16	3	6	10	19	4	1	13	3	3	3	10	10
2023-2	38		100		25		66		10		26		2		5		1		3	
	23	15	61	39	15	10	39	26	6	4	16	11	2	0	5	0	0	1	0	3
2024-1	12		100		12		100		SD ^d		SD		SD		SD		SD		SD	
	11	1	92	8	11	1	92	8	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Promedios generales hasta 2023-2					32.4				16.5				8.6				42.4			
Promedios generales de las cohortes 2021-2 hasta el periodo con datos					42.2 ^e				16.6				8.4				32.6			

Nota. De “Indicadores de seguimiento escolar: Rezago por reprobación”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024c. CC BY-NC-ND. ^a F=Frecuencia. ^b M=Mujer. ^c H=Hombre. ^d SD=Sin datos en el sistema. ^e En el promedio no se incluyó la corte 2024-1

Es importante señalar que, la enseñanza remota de emergencia (ERE) implementada en los periodos 2020-1 al 2021-2 propició un rezago considerable en conocimientos y habilidades fundamentales en prácticas de laboratorio y de campo para estudiantes de la LB (CACEB, 2023). En atención a lo anterior, en el periodo 2022-2 se establecieron UA optativas de Técnicas de Biología Molecular y Técnicas de Supervivencia, destinadas principalmente a los estudiantes cercanos al egreso (CACEB, 2023).

Respecto a la deserción, la cohorte 2017-1 presentó la frecuencia más alta con 27 bajas académicas (56%). La cohorte 2019-2 presentó la mayor frecuencia de potenciales a baja académica (14 estudiantes; 27%). De forma inversa, de las cohortes 2022-1 a 2023-2 no hubo bajas académicas y en las cohortes 2017-1 y 2023-1 no se registraron potenciales a baja (ver Tabla 2.42).

Tabla 2.42

Deserción de la LB

Cohorte	Inscritos				Baja académica				Potenciales a baja académica			
	F ^a		%		F		%		F		%	
	M ^b	H ^c	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
2017-1	48		100		27		56		0		0	
	31	17	65	35	18	9	38	19	0	0	0	0
2017-2	45		100		21		47		0		0	
	30	15	67	33	15	6	33	13	0	0	0	0
2018-1	15		100		2		13		4		27	
	11	4	73	27	1	1	7	7	3	1	20	7
2018-2	49		100		2		4		11		22	
	31	18	63	37	0	2	0	4	5	6	10	12
2019-1	16		100		2		13		3		19	
	9	7	56	44	0	2	0	13	1	2	6	13
2019-2	51		100		5		10		14		27	
	25	26	49	51	2	3	4	6	8	6	16	12
2020-1	44		100		7		16		6		14	
	29	15	66	34	7	0	16	0	2	4	5	9
2020-2	44		100		6		14		8		18	

Cohorte	Inscritos				Baja académica				Potenciales a baja académica			
	F ^a		%		F		%		F		%	
	M ^b	H ^c	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
2021-1	31	12	73	27	5	1	11	2	5	3	11	7
	49		100		3		6		2		4	
	31	18	63	37	0	3	0	6	2	0	4	0
2021-2	46		100		2		4		2		4	
	25	21	54	46	0	2	0	4	1	1	2	2
2022-1	28		100		0		0		1		4	
	17	11	61	39	0	0	0	0	1	0	4	0
2022-2	37		100		0		0		1		3	
	18	19	49	51	0	0	0	0	0	1	0	3
2023-1	31		100		0		0		0		0	
	16	15	52	48	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-2	38		100		0		0		1		3	
	23	15	61	39	0	0	0	0	0	1	0	3
Promedios generales					8.9				29			

Nota. De “Indicadores de seguimiento escolar: Deserción (tasa)”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024c. CC BY-NC-ND. ^a F=Frecuencia. ^b M=Mujer. ^c H=Hombre. No se incluyó el periodo 2024-1 porque presentó cero frecuencias y porcentajes. El periodo 2024-2 no contenía información.

2.3.2.2 Eficiencia terminal

La eficiencia terminal alude a la relación que existe entre el número de estudiantes inscritos por primera vez a una carrera universitaria —cohorte generacional— y los que logran egresar después de acreditar el total de los créditos obligatorios y optativos que establezca el currículo, en apego a los tiempos determinados en el plan de estudios (UABC, 2024c). Es preciso señalar que la diferencia entre la eficiencia terminal y la eficiencia de egreso estriba en el tiempo dedicado la acreditación del plan de estudios, en el caso de la eficiencia de egreso no es relevante la cantidad de semestres requeridos para el cumplimiento de este (UABC, 2024c).

En la LB, de las cohortes 2017-1 a 2020-1 —cohortes con datos registrados en el sistema de Indicadores de seguimiento escolar—, la cohorte 2017-1 tuvo una mayor concentración de

estudiantes con eficiencia terminal (seis estudiantes, 13%), y la cohorte 2018-2 registró los más altos valores de eficiencia de egreso (33 estudiantes, 67%) (ver Tabla 2.43).

Tabla 2.43

Eficiencia terminal y eficiencia de egreso en la LB

Año de ingreso	Año de egreso	Cohorte	Inscritos				Egresados							
							ET ^a				EE ^b			
			F ^c		%		F		%		F		%	
			M ^d	H ^e	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
2017-1	2020-2	2017-1	48		100		6		13		21		44	
			31	17	65	35	3		6	6	13	8	27	17
2017-2	2021-1	2017-2	45		100		0		0		24		53	
			30	15	67	33	0	0	0	0	15	9	33	20
2018-1	2021-2	2018-1	15		100		0		0		8		53	
			11	4	73	27	0	0	0	0	6	2	40	13
2018-2	2022-1	2018-2	49		100		2		4		33		67	
			30	18	63	37	2	0	4	0	24	9	49	18
2019-1	2022-2	2019-1	16		100		0		0		7		44	
			9	7	56	44	0	0	0	0	6	1	38	6
2019-2	2023-1	2019-2	51		100		3		16		19		37	
			25	26	49	51	1	2	2	4	6	13	12	25
2020-1	2023-2	2020-1	44		100		1		2		2		5	
			29	15	66	34	1	0	0	2	2	0	5	0
Totales y promedios generales							12		5		114		43.3	

Nota. De “Indicadores de seguimiento escolar: Eficiencia terminal”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024c. CC BY-NC-ND. ^a ET=Eficiencia terminal. ^b EE=Eficiencia de egreso. ^c F=Frecuencia. ^d M=Mujer. ^e H=Hombre. No se incluyeron los periodos 2020-2, 2021-1, 2021-2, 2022-2 porque el registro de los datos era cero.

El Cuarto informe de actividades 2023-2024 (UABC, 2024a) de la FC indica que, con el fin de favorecer la eficiencia terminal se realizó un estudio por el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo (IIDE) para identificar las causas que obstaculizan este proceso, así se proponen estrategias para identificar y apoyar a los estudiantes que se encuentran en la 2da. y 3ra oportunidad —no se describen los hallazgos de dicho estudio, ni las estrategias a seguir—.

2.3.2.3 Eficiencia en la titulación u obtención de grado.

La eficiencia en la titulación presenta dos escenarios: eficiencia terminal de titulación y eficiencia de titulación por egreso. En el primer caso se refiere a la relación entre el número de estudiantes inscritos por primera vez en una carrera universitaria —cohorte generacional— con los estudiantes que logran titularse de esa carrera durante el transcurso del primer año de su egreso. Por su parte, la eficiencia de titulación por egreso guarda las condiciones antes señaladas con la diferencia de que aquí es indistinta la cantidad de semestres que el estudiante requiera para titularse (UABC, 2024c).

La cohorte generacional 2018-2 fue la que tuvo mayor cantidad de estudiantes en eficiencia terminal de titulación (21 estudiantes, 43%) y en eficiencia de titulación por egreso (22 estudiantes; 45%) (ver Tabla 2.44).

Tabla 2.44

Eficiencia terminal de titulación y eficiencia de titulación por egreso en la LB (al primer año de haber terminado sus estudios)

Cohorte	Inscritos				ET ^a de titulación				E ^b de titulación por egreso			
	F ^c		%		F		%		F		%	
	M ^d	H ^e	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
2017-1	48		100		12		25		15		31	
	31	17	65	35	7	3	15	10	10	5	21	10
2017-2	45		100		12		27		17		38	
	30	15	67	33	9	3	20	7	11	6	24	13
2018-1	15		100		5		33		6		40	
	11	4	73	27	4	1	27	7	4	2	27	13
2018-2	49		100		21		43		22		45	
	30	18	63	37	15	6	31	12	15	7	31	14
2019-1	16		100		5		31		5		31	
	9	7	56	44	4	1	25	6	4	1	25	6
2019-2	51		100		10		20		11		22	
	25	26	49	51	6	4	12	8	6	5	12	10
2020-1	44		100		2		5		2		5	
	29	15	66	34	2	0	5	0	2	0	5	0
Totales y promedios generales					67		26.3		78		30.3	

Nota. De “Indicadores de seguimiento escolar: Eficiencia terminal”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024c. CC BY-NC-ND. ^a ET=Eficiencia terminal. ^b E=Eficiencia. ^c F=Frecuencia. ^d M=Mujer. ^e H=Hombre. No se incluyeron los periodos 2020-2 en adelante porque el Sistema de indicadores y estadísticas institucionales no contenía datos.

El Cuarto informe de actividades 2023-2024 (UABC, 2024a) de la FC indica que, con el fin de favorecer la eficiencia en la titulación —al igual que en la eficiencia terminal— se realizó un estudio por el IIDE para identificar las causas que obstaculizan este proceso, así se proponen estrategias para identificar y apoyar a los estudiantes que se encuentran en la 2da. y 3ra oportunidad —no se describen los hallazgos de dicho estudio, ni las estrategias a seguir—.

Además, en la página institucional de la FC se describe detalladamente el proceso de titulación, acompañado de infografías que sintetizan el proceso; asimismo, se presenta la información, calendario, formatos y contacto de la responsable de este departamento en la facultad (UABC, 2024b).

2.3.3 Participación de los estudiantes en programas de apoyo

Objetivo específico. Analizar la participación de los estudiantes en programas de apoyo.

2.3.3.1 Programas de asesoría académica, regularización y acciones de nivelación a los estudiantes

La UABC dispone del Programa Universitario de Fortalecimiento Académico (PUFA) orientado al fortalecimiento de los conocimientos básicos y habilidades relacionadas al perfil de ingreso de la educación superior (CACEB, 2023). Los índices más elevados de reprobación se ubican en la etapa básica, por lo tanto, el PUFA se creó principalmente para atender a los estudiantes en esta etapa; el programa no tiene costo, es voluntario, sin valor en créditos o calificación (CACEB, 2023). El PUFA se compone de cuatro dimensiones distribuidas en 64 horas: 1) desarrollo personal, 2) comprensión y elaboración de textos, 3) aritmética y álgebra aplicada a la vida diaria, y 4) tecnologías de la información y comunicación para el trabajo académico (CACEB, 2023).

Resalta que, aún no se cuenta con informes de resultados de la operación del PUFA, desafortunadamente, en el Campus Ensenada, Unidad Punta Morro no se presentó suficiente demanda, por lo que los estudiantes interesados tuvieron que dirigirse a la Unidad Valle Dorado (CACEB, 2023).

Específicamente, en la LB se ofrecen asesorías presenciales semestrales en el Centro de asesorías académicas impartidas estudiantes que realizan ayudantías docentes; estos estudiantes son dirigidos por el docente a cargo de la ayudantía (CACEB, 2023; UABC, 2024a). Este centro tiene un responsable a cargo —académico de la facultad—, se dispone de un espacio físico en la facultad y de una plataforma en línea (CACEB, 2023; UABC, 2024a). Asimismo, el Centro de asesorías es promovido por los medios oficiales de difusión de la FC (CACEB, 2023).

La FC cuenta con el Centro de Asesorías que ofrece seguimiento presencial y virtual en las áreas de matemáticas, física, computación y biología (CACEB, 2023). Particularmente, se destaca como un acierto en la LB la implementación de grupos de estudio a partir del periodo 2022-1 de la UA Físicoquímica, pues esta materia presentaba los más altos índices de reprobación (CACEB, 2023).

Opinión de los académicos: el 36% coincidió en la pertinencia de las actividades de asesoría y apoyo académico para los estudiantes. Pero, por un lado, el 24% señaló no poder opinar por falta de información; y otra parte, también el 24%, indicó que las actividades de asesoría y apoyo académicas son inadecuadas (ver Tabla 2.41).

Tabla 2.41

Opinión de académicos sobre las actividades de asesoría y apoyo académico para los estudiantes

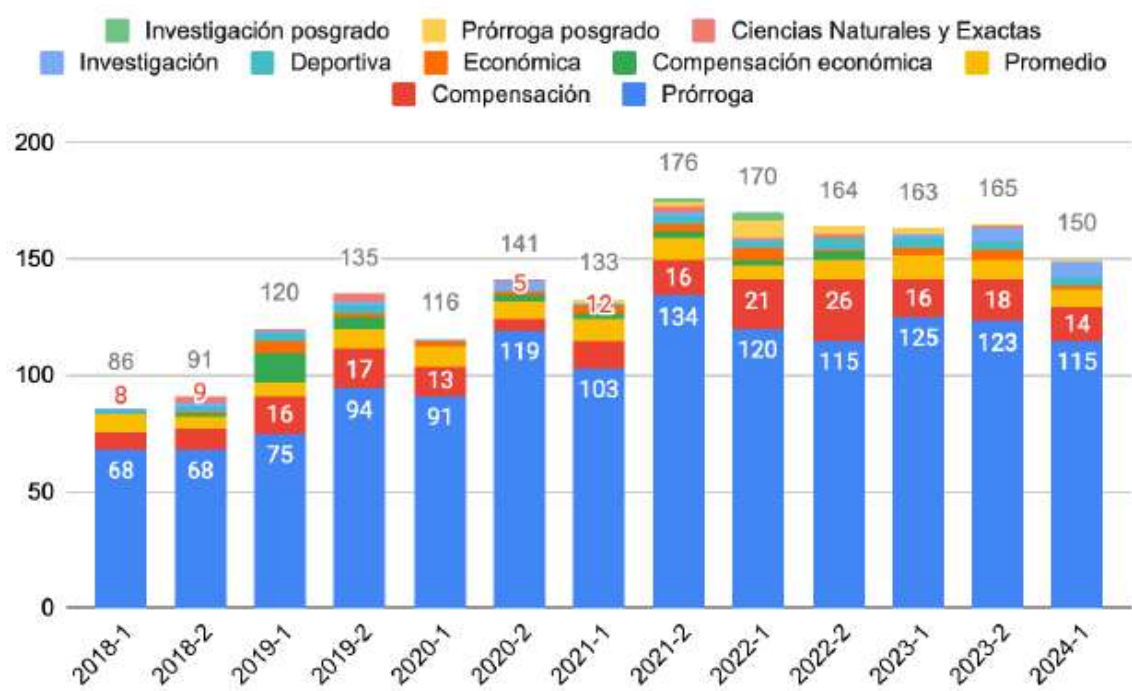
Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Las actividades de asesoría y apoyo académico para los estudiantes resultan adecuadas	24	8	24	36	8

2.3.3.2 Programa de inclusión

En atención a estudiantes en condiciones de vulnerabilidad, la UABC reconocen que un contexto vulnerable o en desventaja representa un desafío para los estudiantes de educación superior, comprometiendo el aseguramiento de la calidad de los programas educativos, la inclusión y la equidad (UABC, 2013). Por tanto, en apoyo a la población estudiantil en condición de vulnerabilidad, la FC promueve los apoyos con dificultades económicas que brinda la universidad (UABC, 2024a). La beca que históricamente cuenta con mayor demanda es al Prórroga, en el periodo 2021-2 se realizaron 134 solicitudes, y en suma en este mismo periodo se presentaron 176 requerimientos de becas (ver Figura 2.5).

Figura 2.5

Tipos de becas otorgadas a estudiantes de la FC del periodo 2018- al 2024-1



Nota.
De “Cuarto Informe de Actividades 2023-2024”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024a. CC BY-NC-ND.

Se resalta la importancia de las becas en apoyo de las necesidades económicas de los estudiantes de la FC. La Tabla 2.44 muestra los porcentajes de las becas otorgadas en la facultad entre los periodos 2018-1 al 2024-1.

Tabla 2.2

Tipos de becas otorgadas a estudiantes de licenciatura de la FC

Tipo de beca	Promedios del periodo 2018-1 al 2024-1
Prórroga	74.5%
Compensación	10.5%
Promedio	5.6%
Económica	1.9%
Compensación económica	1.8%
Deportiva	1.7%
Investigación	1.6%
Ciencias Naturales y Exactas	0.99%

Nota. De “Cuarto Informe de Actividades 2023-2024”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024a. CC BY-NC-ND.

El acceso a la información relacionada a las becas se obtiene por medio del Sistema Integral de Becas (ver <https://sibecas.uabc.mx/login>), los estudiantes ingresan con su matrícula.

2.3.3.3 Movilidad e intercambio de estudiantes

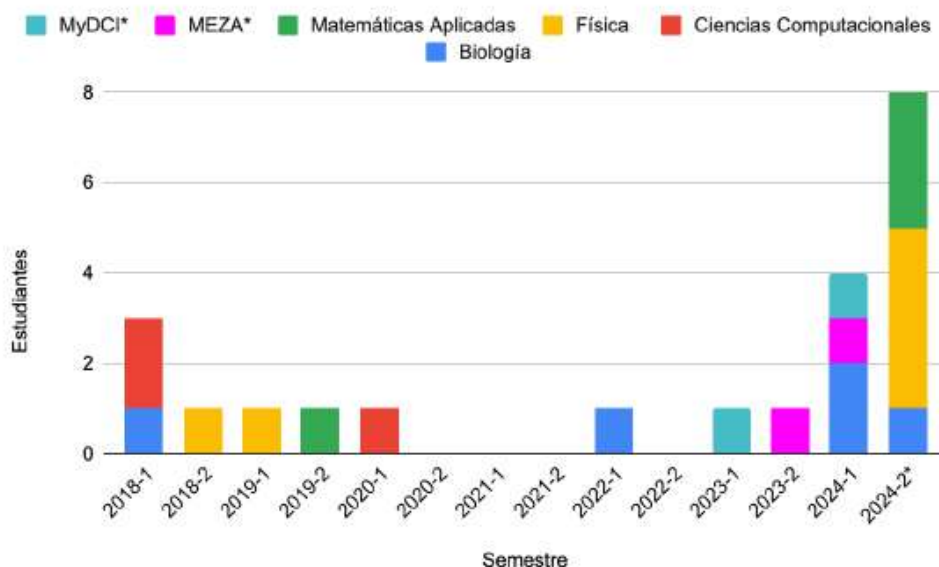
Con el objetivo de fomentar y gestionar el intercambio del personal académico y estudiantil, la UABC cuenta con la Coordinación General de Cooperación Internacional e Intercambio Académico (CGCIIE); en la FC hay un responsable interno de Movilidad Estudiantil que desempeña dicha tarea (CACEB, 2023). Vale la pena precisar que, la universidad y la facultad ofrecen apoyo económico para los estudiantes interesados en formar parte de los programas de movilidad estudiantil; sin embargo, a pesar del apoyo que se promueve, una condición limitante son los bajos ingresos del estudiantado (CACEB, 2023).

Por parte de los estudiantes, se han expresado inconvenientes para aplicar a las convocatorias de movilidad: 1) módulo de información de la FC cerrado en el horario posterior a las clases, 2) el apoyo económico de la beca de intercambio, correspondiente a 5mil dólares, debe devolverse en pagos después del intercambio, y 3) las etapas del servicio social pueden retrasar o impedir una solicitud de movilidad (CACEB, 2023).

En la FC el periodo con más alto número de estudiantes que hicieron una estancia nacional fue 2024-2 (UABC, 2024a) (ver Figura 2.6). Particularmente, en la LB menos del 5% de los estudiantes han participado en programas de intercambio académico (CACEB, 2023).

Figura 2.6

Estudiantes de la FC que han realizado intercambio nacional

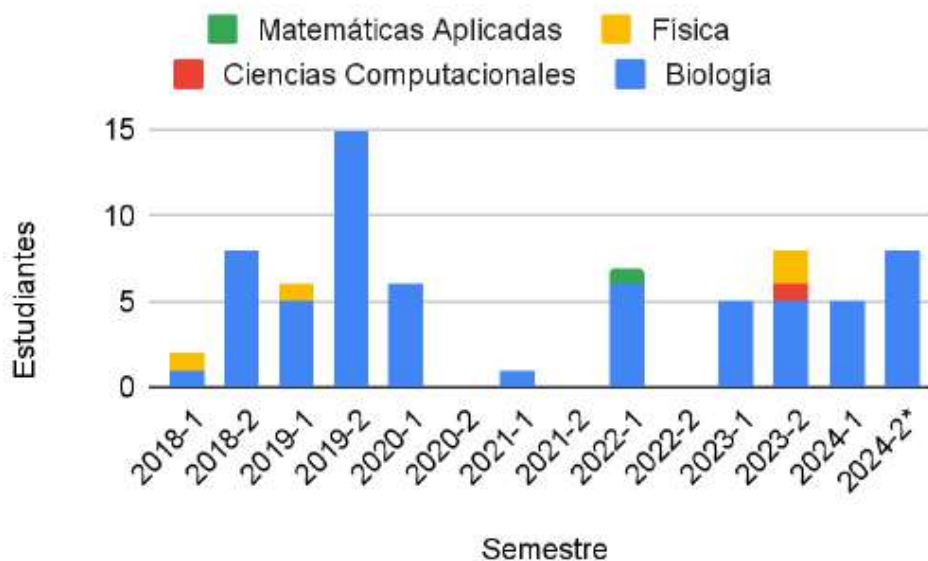


Nota. De “Cuarto Informe de Actividades 2023-2024”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024a. CC BY-NC-ND.

De manera inversa, la LB es el programa educativo de la FC que recibe el mayor número de estudiantes de intercambios nacionales, lo que representa aproximadamente el 91.5% de las estancias entre los periodos 2018-1 al 2024-2; esto distingue a la LB como una carrera atractiva (UABC, 2024a) (ver Figura 2.7).

Figura 2.7

Estudiantes que realizan intercambios nacionales en la FC



Nota. De “Cuarto Informe de Actividades 2023-2024”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024a. CC BY-NC-ND.

Opinión de los académicos: el 52% coincidió en total acuerdo sobre la contribución de la movilidad nacional o internacional a la formación de los estudiantes (ver Tabla 2.45).

Tabla 2.45

Opinión de académicos sobre la contribución de la movilidad estudiantil a la formación académica

Ítem	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La movilidad estudiantil nacional o internacional son experiencias que contribuyen a la formación profesional de los estudiantes	4	4	--	40	52

Opinión de los estudiantes: el 62.8% mencionó estar enterado de la importancia de la movilidad estudiantil, así, el 59.3% tiene expectativas de participar en movilidad interna, mientras que el 39.3% señaló haber contado con información sobre movilidad, contrario al 35.2% que no contó con información al respecto. Por otra parte, el 97.2% de los estudiantes no han participado en movilidad

en otras universidades, ni en movilidad interna con 71.0%. Además, el 68.3% precisó no conocer al personal del área de movilidad estudiantil, tampoco saber información sobre este tema con un 48.3%, pero el 40.0% si ha contado con información. Respecto al intercambio estudiantil, el 52.4% consideró posible participar en un intercambio, pero al 53.8% no se le ha otorgado información sobre convocatorias de intercambio (ver tabla 2.46).

Tabla 2.46

Opinión de estudiantes sobre las prácticas profesionales

Ítem	Respuestas (%)		
	Sí	No	No estoy segura(o)
Se me brindó información sobre movilidad estudiantil	39.3	35.2	25.5
Identifico al personal del área de movilidad estudiantil	16.6	68.3	15.2
Se me brindó información sobre la movilidad estudiantil interna para cursar materias en otras unidades académicas o campus de la universidad	40.0	48.3	11.7
He participado en movilidad estudiantil interna; es decir, en mi universidad	22.1	71.0	6.9
He participado en movilidad estudiantil en otras universidades	2.1	97.2	0.7
Tengo expectativas de participar en movilidad estudiantil interna	59.3	19.3	21.4
Sé para qué es importante la movilidad estudiantil	62.8	24.8	12.4
Participo o he participado en una actividad de movilidad estudiantil fuera de mi universidad y he adquirido competencias para adaptarme a un entorno lingüístico, cultural o profesional diferente al mío	8.3	84.8	6.9
Se me brindó información sobre la convocatoria de intercambio estudiantil	30.3	53.8	15.9
Tengo expectativas de participar en intercambio estudiantil	52.4	24.8	22.8

Opinión de egresados: señalaron la necesidad de brindar mayor información sobre las opciones o modalidades con las que cuenta el estudiante de la FC para participar en los diferentes programas que forman parte de su formación académica: “Recibir orientación y talleres al inicio de la carrera sobre las oportunidades que ofrece la escuela (intercambios, opciones de prácticas, vinculaciones, etc.)” (Eg_A_4).

2.3.3.4 Servicios de tutoría

El Estatuto escolar de la UABC (2021b) señala que las tutorías académicas tienen el objetivo de acompañar a los estudiantes en el diseño pertinente de un programa de actividades curriculares y extracurriculares que favorezca su formación integral y el perfil profesional previsto. Para tal fin, desde el ingreso, el estudiante tiene derecho de contar con un tutor académico —académico de carrera—; las tutorías funcionarán con base en los manuales de operación emitidos por las Unidades Académicas sustentados en el Estatuto escolar y normativas complementarias.

En la UABC, el Sistema Institucional de Tutorías (SIT) es el espacio vital donde se gestionan las tutorías y se almacena información académica relevante para el estudiante. En la FC hay un responsable encargado de capacitar a los docentes en la operación del sistema y de darles a conocer los diferentes servicios que ofrece la facultad (UABC, 2024a).

Opinión de los académicos: el 44% estuvo de acuerdo en el beneficio de la función del tutor en la formación académica de los estudiantes. Sin embargo, destaca el 16% que carece de información para opinar al respecto (ver Tabla 2.47).

Tabla 2.47

Opinión de académicos respecto a la función del tutor

Ítem	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Identificas el propósito del Programa de Tutorías Académicas	16	8	16	44	16

Opinión de los estudiantes: el 55.2% concordó en acuerdo en que las actividades de asesoría y apoyo académico son pertinentes. Asimismo, el 46.9% manifestó acuerdo en que el tutor les ha brindado acompañamiento en su trayectoria académica, pero el 18.6% consideró totalmente lo contrario. Además, el 41.4% estuvo de acuerdo en que la tutoría recibida a favorecido la planeación y desarrollo de su proyecto profesional, inversamente, el 29.7% expresó desacuerdo sobre este servicio (ver Tabla 2.48).

Tabla 2.48*Opinión de los estudiantes respecto a la función del tutor*

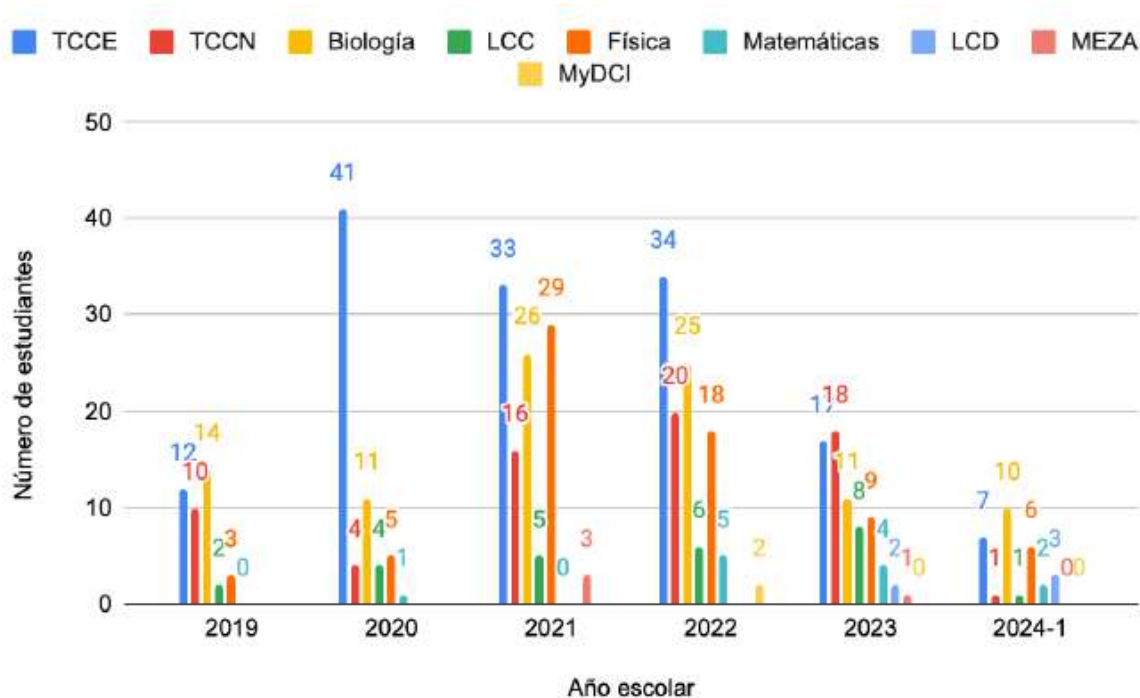
Ítems	Respuestas (%)			
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Las actividades de asesoría y apoyo académico para los estudiantes resultan adecuadas	7.6	20.7	55.2	16.6
Has recibido acompañamiento y apoyo en tu trayectoria académica por parte de un tutor	18.6	20.7	46.9	13.8
La tutoría recibida te ha facilitado la planeación y desarrollo de tu proyecto académico o profesional	17.9	29.7	41.4	11.0

2.3.3.5 Servicios de orientación educativa y psicopedagógica de apoyo al estudiante

La FC cuenta con el área de Orientación Educativa y Psicológico (OEP) que tiene el objetivo de brindar atención psicológica de tiempo completo a estudiantes y docentes; las funciones de esta área son; a) ofrecer información vigente respecto a las carreras que se ofertan en la facultad, b) organizar los cursos de inducción donde se aborda el funcionamiento de la universidad y los servicios con los que cuenta el estudiante, y c) brindar orientación vocacional y atender situaciones personales (UABC, 2024a).

La etapa donde se ha recibido mayor número de estudiantes para orientación educativa y psicopedagógica, entre los años de 2019 a 2024-1, fue el Tronco Común de Ciencias Exactas (144 estudiantes). Mientras que en la LB se han atendido a 97 estudiantes, siendo el año 2021 donde se presentaron más estudiantes (26 estudiantes), seguido de 2022 (25 estudiantes) (ver Tabla 2.8).

Figura 2.8*Atención del área de Orientación Educativa y Apoyo Psicológico*



Nota. De “Cuarto Informe de Actividades 2023-2024”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024a. CC BY-NC-ND.

Opinión de los académicos: el 32% estuvo de acuerdo en el beneficio de los programas y actividades realizadas por el área de OEP en el proceso formativo de los estudiantes, aun así, el 24% de los académicos señalo no contar con bases para opinar al respecto (ver Tabla 2.49).

Tabla 2.49

Opinión de académicos respecto al Departamento de Orientación Educativa y Psicopedagógica

Ítem	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Los programas y acciones que emprende el departamento de Orientación Educativa y Psicopedagógica benefician el proceso formativo de los estudiantes	24	16	8	32	20

Opinión de los estudiantes: el 40.4% señaló que, hasta el momento, habían recibido una orientación educativa o psicológica regular; mientras que el 22.5% indicó no haber contado con orientación educativa y el 17.9% puntualizó que el servicio recibido no había sido útil. (ver Tabla 2.50).

Tabla 2.50

Opinión de estudiantes respecto al Departamento de Orientación Educativa y Psicopedagógica

Ítem	Respuestas (%)				
	Nada útil	Poco útil	Regular	Completamente útil	No he recibido orientación educativa
Hasta el momento, la orientación educativa o psicológica que has recibido te ha resultado:	17.9	13.2	40.4	5.9	22.5

2.3.3.6 Prácticas profesionales, estancias y visitas en los diversos sectores

La FC tiene convenios específicos de colaboración con el sector empresarial nacional (dos empresas, dos gobiernos, una organización de la sociedad civil [OSC], dos centros de investigación) y extranjero (uno en Bélgica), además de instituciones de educación (CACEB, 2023). No obstante, los estudiantes resaltaron la necesidad de incrementar y diversificar el número de convenios para realizar prácticas profesionales (CACEB, 2023).

Junto con las prácticas profesionales, el estudiante tiene la oportunidad de realizar estancias en entidades externas por medio de proyectos de vinculación con valor en créditos (CACEB, 2023). La información y lineamientos para la realización de las prácticas profesionales se ubica en la página institucional de la FC (UABC, 2024b).

Opinión de los estudiantes: el 77.7% señaló conocer el objetivo de realizar prácticas profesionales (PP). También, el 59.3% indicó saber cuántos créditos se requieren para estar en condición de iniciar con las PP. Sin embargo, el 71.7% puntualizó no estar enterados de quien es el personal a cargo de las PP en la facultad, aunado a esto, el 60% externó no haber contado con la información necesaria sobre los programas que la FC oferta para hacer sus PP, y el 56.6% desconoce los lineamientos generales de PP. Adicionalmente, el 86.2% mencionó no haber realizado o estar ya involucrado en el cumplimiento de las PP (ver Tabla 2.51).

Tabla 2.51*Opinión de estudiantes sobre las prácticas profesionales*

Ítems	Respuestas (%)		
	Sí	No	No estoy segura(o)
Se me brindó información sobre los programas ofertados donde puedo realizar mis prácticas profesionales	27.6	60.0	12.4
Identifico el objetivo de realizar prácticas profesionales	77.2	16.6	6.2
Identifico al personal responsable de prácticas profesionales	22.8	71.7	5.5
Identifico los lineamientos generales de prácticas profesionales de mi escuela o facultad	31.0	56.6	12.4
Sé cuál es la cantidad de créditos requeridos para poder realizar las prácticas profesionales	59.3	29.0	11.7
Ya he realizado mis prácticas profesionales o las estoy realizando y he adquirido competencias para intervenir en la solución de problemas prácticos de la realidad profesional	13.1	86.2	0.7

Con relación a proyectos de vinculación, el 75.2% expresaron tener expectativas de participar en algún proyecto de vinculación y el 69.7% sabe para qué es importante participar en estos proyectos. Ahora bien, el 78.6% señaló no haber participado ni estar involucrado en proyectos de vinculación, tampoco ha tenido asesoría o supervisión al respecto. Además, el 76.6% advirtió no conocer al personal encargado de estos proyectos, ni están enterados de los proyectos con los que cuenta la FC con 63.4%, incluso el 60.7% manifestó que no se le ha provisto de información sobre este asunto (ver tabla 2.52)

Tabla 2.52*Opinión de estudiantes sobre proyectos de vinculación*

Ítems	Respuestas (%)		
	Sí	No	No estoy segura(o)
Se me brindó información sobre los proyectos de vinculación que se ofertan en mi escuela	21.4	60.7	17.9
Identifico al personal responsable de proyectos de vinculación	17.2	76.6	6.2
Identifico los proyectos de vinculación que mi escuela o facultad tienen con otras instituciones o empresas	20.7	63.4	15.9
Tengo expectativas de participar en algún proyecto de vinculación	75.2	13.8	11.0

Sé para qué es importante participar en proyectos de vinculación	69.7	16.6	13.8
Estoy participando o he participado en proyectos de vinculación y considero que he aplicado mis conocimientos y habilidades en ambientes reales	22.1	71.0	6.9
Estoy participando o he participado en proyectos de vinculación y he contado con la asesoría, supervisión y evaluación docente	15.2	78.6	6.2

En apoyo a lo anterior, en comentarios de los estudiantes mencionaron la necesidad de vincularse en actividades fuera de la universidad “Hace falta promover y apoyar las actividades de formación externas a la institución” (E_FS_11).

Opinión de los empleadores: es importante identificar que, la cantidad aproximada de estudiantes con mayor porcentaje que realizan servicio social, prácticas profesionales o proyectos de vinculación en la empresa u organización de los empleadores es de cuatro a seis estudiantes (37.5%). (ver Tabla 2.53).

Tabla 2.53

Opinión de empleadores sobre la cantidad de estudiantes que realizan algún tipo de servicio académico en su empresa u organización

Ítem	Ninguno	Respuestas (%)			
		De 1 a 3	De 4 a 6	De 7 a 9	Más de 10
Indique la cantidad aproximada de estudiantes de la UABC de la carrera en LB que prestan servicio social profesional, realizan prácticas profesionales o proyectos de vinculación en su empresa u organización	25.0	25.0	37.5	12.5	0

Opinión de egresados: señalaron la necesidad de brindar mayor información sobre las opciones o modalidades con las que cuenta el estudiante de la FC para participar en los diferentes programas que forman parte de su formación académica: “Recibir orientación y talleres al inicio de la carrera sobre las oportunidades que ofrece la escuela (intercambios, opciones de prácticas, vinculaciones, etc.)” (Eg_A_4).

2.3.3.7 Servicio social

El modelo educativo de la UABC promueve una formación universitaria integral, se resalta el involucramiento del estudiante en la sociedad por medio del servicio social (SS), el cual se divide en dos partes: servicio social comunitario (SSC, también conocido como SS primera etapa) y servicio social profesional (SSP, también conocido como SS segunda etapa) (UABC, 2013). La coordinación General de Educación Básica se encarga de del SSC y tiene un mínimo de 300 horas; en la FC hay un Coordinador Interno de Educación Básica (CACEB, 2023).

El SSP se cubre con 480 horas, además, el estudiante debe haber finalizado el SSC y por lo menos el 60% de los créditos de la LB (CACEB, 2023). En caso que el estudiante cuente con el 85% de los créditos y no este asignado a algún programa de SSP no podrá llevar la carga completa de unidades de aprendizaje que marque el programa educativo, según el semestre en el que se encuentre (CACEB, 2023). La UABC dispone del Sistema Integral de Servicio Social (SISS), por medio del cual se supervisa y da seguimiento a los programas y a los prestadores de SSC y SSP; asimismo, el sistema dispone de un catálogo de programas de SS (CACEB, 2023).

El SS conlleva el seguimiento de tres actividades: 1) el estudiante realiza reportes trimestrales y uno al término de sus labores, 2) el supervisor del SS examina los reportes y aprueba estos productos para que el estudiante acredite las horas de servicio, y 3) el encargado del SS de la FC también verifica los reportes y autoriza el cumplimiento y liberación de las horas prestadas (CACEB, 2023).

Algunos estudiantes y egresados de la LB indicaron que es mucho el tiempo destinado a los dos tipos de SS, y esto deriva en un retraso del proceso de titulación; por tanto, se invita a valorar la conveniencia del SSC (CACEB, 2023).

Opinión de los académicos: el 40% coincidieron en acuerdo sobre la contribución positiva del SS en la formación profesional de los estudiantes (ver Tabla 2.54).

Tabla 2.54

Opinión de los académicos respecto al servicio social

Ítem	Respuestas (%)
------	----------------

	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El SS contribuye positivamente en la formación profesional de los estudiantes	12	8	12	40	28

2.3.4 Resultados de los estudiantes

2.3.4.1 Resultados en exámenes de egreso externos a la institución

El programa educativo de la LB tiene como requisito del proceso de titulación realizar el examen de egreso (CACEB, 2023) del Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (Ceneval) titulado Examen General para el Egreso de la Licenciatura (EGEL) en Biología, mejor conocido como EGEL Plus BIO (Ceneval, 2023). El EGEL Plus BIO es un instrumento creado para valorar, en su conjunto, conocimientos y habilidades disciplinares y transversales consideradas elementales al egreso de una licenciatura (Ceneval, 2023).

Cabe precisar que, el Ceneval cuenta el Padrón EGEL, el cual es un proyecto de evaluación con el objetivo de reconocer a los programas educativos, de instituciones de educación superior (IES), que tuvieron egresados distinguidos por obtener los más altos niveles de aprendizaje como resultado de realizar el EGEL; es decir, son programas de alto rendimiento académico (Ceneval, 2021).

En el periodo 2017-2019, el programa educativo de la LB se ubicó en el Nivel 2 — cuando el 60% o más de los egresados, pero menos de 80%, obtienen testimonio de desempeño satisfactorio (TDS) o testimonio de desempeño sobresaliente (TDSS)— por séptima ocasión (Ceneval, 2021). Asimismo, los resultados del EGEL Plus BIO han sido positivos; el programa de la LB permaneció en el Padrón de Programas de Biología de Alto Rendimiento en el periodo de 2017-2021 (CACEB, 2023).

2.3.4.2 Participación de estudiantes en concursos, competencias, exhibiciones y presentaciones nacionales e internacionales

Como parte de las actividades culturales y deportivas que se promueven en la LB, en los periodos semestrales de 2018-1 al 2022-2 la carrera de Biología realizó y participó, aproximadamente, en ocho eventos culturales y deportivos durante algún semestre (CACEB, 2023). Los eventos destacados del año 2022 fueron: Concurso *Inventa una criatura*, Concurso fotográfico sobre los ambientes extremos de la península de Baja California, Concurso *Cómo percibes a mujer en la Ciencia* dirigido a niñas y adolescentes, realizado por la FC, el programa *Reciclando en UABC* promovido por la UABC, el *Global Shapers Community* del Foro Económico Mundial y el ayuntamiento de Ensenada (CACEB, 2023).

Con relación a eventos de carácter científico, anualmente la FC es anfitriona de varios eventos científicos nacionales e internacionales en menor medida; así, del año 2018 al 2022 se llevaron a cabo doce eventos científicos (CACEB, 2023). De manera específica, en el año 2018 el cuerpo académico de Biología Integrativa —conformado por cuatro profesores de tiempo completo de la LB— realizó la reunión anual del consorcio internacional México-Reino Unido: *New Agricultura Bioactives from Microalgae* (NABAMA), donde participaron investigadores y empresarios internacionales que formaban parte del consorcio, estudiantes de la LB (CACEB, 2023).

Correspondiente al año 2019, el cuerpo académico de Biología Integrativa organizó el 5to. Congreso Internacional *Meredith Gould*, al que fueron 142 asistentes nacionales e internacionales, de estos, 127 eran estudiantes de la LB (CACEB, 2023). También, en este mismo año, el Dr. José Delgadillo —PTC de la LB—, en cooperación con colegas de *San Diego State University* organizaron el XVI simposio binacional (México-Estados Unidos) de Botánica, donde participaron estudiantes del de la LB y académicos de México y Estados Unidos (CACEB, 2023).

Para el año 2021, destacaron dos sucesos: el Coloquio de aves rapaces orquestado por académicos de la LB de la FC y del *Cal Poly Humbolt*, y la presentación del libro “Flora de San Pedro Mártir” por académicos de la LB de la FC e investigadores del museo de historia natural de Estados Unidos (CACEB, 2023). Mientras que, en el año 2022 los dos eventos sobresalientes fueron: la conferencia El Borrego Cimarrón: Especie emblemática de Baja California como parte de los festejos del 65 aniversario de la UABC, y el 3er. Foro Etnobotánico de Baja California (CACEB, 2023).

Adicionalmente, a la fecha cada año —desde 1983 (UABC, 2024)— se realiza la Semana de Ciencias con el fin de hacer divulgación científica a la comunidad en general, este evento expone temas asociados a los contenidos de los programas educativos de licenciatura de la FC (CACEB, 2023). Con relación a este tipo de evento de divulgación científica, también se realiza le Expo Ciencia y Tecnología, la Noche de las Ciencias y Noche de las estrellas. En la figura 2.9 se describen de manera general estos eventos.

Figura 2.9

Eventos de divulgación científica en la FC



Nota. De “Cuarto Informe de Actividades 2023-2024”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024a. CC BY-NC-ND.

La FC organiza también ediciones estatales, en ocasiones municipales, de los concursos de Olimpiadas de Ciencias de Biología, Física, Matemáticas e Informática, con el objetivo de conformar selecciones de cada disciplina que representan al Baja California a nivel nacional (UABC, 2024a). En específico, la Olimpiada Nacional de Biología (ONB), que data del año 1991, tiene el propósito de alentar la formación científica en jóvenes, principalmente en el área de Biología; la FC otorga apoyo a los estudiantes destacados del Concurso de Talentos en Ciencias (CTC) de nivel secundaria con interés en Biología (UABC, 2024a).

Respecto al desarrollo de emprendedores, la UABC dispone de una incubadora nombrada Cimarrones Emprendedores que cada semestre visitan la FC para informar y promover los programas de apoyo para el impulso del emprendurismo (CACEB, 2023). Además, para favorecer a los estudiantes con intereses de realizar proyectos emprendedores o innovadores, la FC cuenta con el Programa de Emprendedores Universitarios orientado al apoyo y seguimiento de estudiantes con perfil de emprendedor, para ello se oferta las unidades de aprendizaje: Emprendedores —de carácter optativa con valor de siete créditos— (UABC, 2017), Emprendedores y Negocios Tecnológicos —dirigida a estudiantes de en etapa terminal— (UABC, 2024a)

2.3.4.3 Cumplimiento del perfil de egreso

Opinión de los académicos: con un porcentaje de respuesta del 68%, los académicos estimaron que una de las causas principales que obstaculizan el cumplimiento del perfil de egreso es que los estudiantes no se comprometen en su aprendizaje o tiene un bajo rendimiento, otra de las causas indicadas fue una selección de ingreso inadecuada con 56% y la falta de integración de unidades de aprendizaje con 40% (Ver Tabla 2.55).

Tabla 2.55

Opinión de académicos sobre el perfil de egreso

Ítem	
De la siguiente lista, seleccione las principales causas que impiden que los estudiantes alcancen el perfil de egreso ^a :	
	Respuestas (%)
A los estudiantes no les interesa el programa	28
La selección de ingreso es inadecuada	56
Los estudiantes tienen un deficiente rendimiento o implicación en su aprendizaje	68
Actitudes paternalistas por parte de los docentes o de las autoridades educativas	28
Los créditos obligatorios son insuficientes	20
Falta de actualización del profesorado	12
Falta de integración de unidades de aprendizaje	40
El programa educativo actual no forma a los estudiantes para cubrir el perfil	16

Nota. ^a Los participantes tuvieron la oportunidad de seleccionar todas las opciones de respuesta que consideraran convenientes.

En comentarios expresados por los académicos, además de las causas que truncan el cumplimiento del perfil de egreso antes mencionadas, puntualizaron la falta de profesores de tiempo completo, lo

que deriva en una oferta de materias optativas limitada; también señalaron que el Tronco común es inadecuado, y que la situación económica del estudiante puede ser un obstáculo en este tema.

Opinión de los empleadores: el 66.6% coincidieron en acuerdo respecto al desempeño de los egresados que trabajan en su empresa u organización a la luz del perfil de egreso de la LB (ver Tabla 2.56).

Tabla 2.56

Opinión de empleadores sobre el perfil de egreso

Ítem	
Los egresados que laboran en su empresa u organización cumplen con el perfil de egreso de la LB ^a :	
	Respuestas (%)
Totalmente de acuerdo	16.6
De acuerdo	66.6
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
En desacuerdo	16.6
Totalmente en desacuerdo	0

Nota. ^a El cuestionario enunciaba las competencias del perfil de egreso de la LB.

Los empleadores señalaron que el nivel de formación de conocimientos teóricos es aceptable con 50.0%, las habilidades prácticas las consideraron excelentes con 33.3% pero con opiniones divididas al 16.6% entre pésimas, deficientes, aceptables y excelentes. También el 66.6%, valoró mejorables las competencias contextualizadas al campo laboral con las que cuenta el egresado, frente al 33.3% que estimó estas competencias como pésimas (ver Tabla 2.57).

Tabla 2.57

Opinión de empleadores sobre el perfil de egreso

Ítem					
Considero que los egresados en la carrera de LG tienen un nivel de formación en					
	Respuestas (%)				
	Pésimo	Deficiente	Mejorable	Aceptable	Excelente
Conocimientos teóricos	16.6	0	16.6	50.0	16.6
Habilidades prácticas	16.6	16.6	33.3	16.6	16.6
Competencias contextualizadas al campo laboral	33.3	0	66.6		

Conclusiones Estudio 2.3 Evaluación de la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa educativo

Con relación al proceso de ingreso de los estudiantes, la UABC y la FEG cuentan con diferentes espacios institucionales y redes sociales para informar y difundir las actividades universitarias de forma continua a la comunidad en general (CACEB, 2023; UABC, 2017). Respecto a la trayectoria escolar, de los periodos 2017-1 al 2024-1, en la LB el promedio general más alto fue de 89 en el periodo 2019-2. Cabe resaltar que, la cohorte de 2019-2 concentró el mayor número de estudiantes regulares —30 estudiantes de 51—, pero la cohorte 2024-1 tuvo un porcentaje del 100% de estudiantes regulares —el total de estudiantes fue de 12—, seguido de la cohorte 2023-2 con el 66% de estudiantes regulares —25 estudiantes de 38—.

Sobre el tema de rezago, el nivel que presentó mayor rezago por reprobación fue el nivel tres con un promedio general de 42.4% de las cohortes 2017-1 a 2023-2 (UABC, 2023f). En el tronco común de la LG en el campus Mexicali todos los estudiantes fueron irregulares en la cohorte 2021-2, pero en la cohorte 2022-2 el 42.5% fueron regulares; sobre el rezago por reprobación, el nivel tres fue el de mayor promedio con 34% en los dos periodos mencionados (UABC, 2024c).

Respecto a la deserción, en la cohorte 2017-1 se tuvo 27 bajas académicas (56%) y en la cohorte 2019-2 tuvo 14 potenciales a baja académica (27%), estas frecuencias fueron las más altas de las cohortes 2017-1 a la 2023-2 (UABC, 2024c). Por otra parte, de las cohortes 2022-1 a 2023-2 no hubo bajas académicas y en las cohortes 2017-1 y 2023-1 no se registraron potenciales a baja 2 (UABC, 2024c).

En continuación con la trayectoria escolar, en la cohorte 2017-1 tuvo una mayor concentración de estudiantes con eficiencia terminal (seis estudiantes, 13%) %, y la cohorte 2018-2 registró los más altos valores de eficiencia de egreso (33 estudiantes, 67%) (UABC, 2024c). Con el propósito de elevar la eficacia terminal, se realizó un estudio por el IIIDE con el fin de identificar las causas que dificultan la trayectoria del estudiante (UABC, 2024a).

Concerniente a la eficiencia de titulación, la cohorte 2018-2 concentró el número más alto de estudiantes en eficiencia terminal de titulación (21 estudiantes, 43%) y en eficiencia de titulación por egreso (22 estudiantes; 45%) (UABC, 2024c). Respecto a la información de los estudiantes sobre los temas de: rezago, deserción, eficacia terminal, eficacia de egreso, titulación, rendimiento escolar, entre otros, el coordinador de la LB cuenta con acceso al Sistema de indicadores y estadísticas institucionales; sin embargo, el alcance de esta información para la planeación de la oferta académica semestral —con excepción de las UA optativas Técnicas en Biología Molecular y Técnicas de Supervivencia— es poco (CACEB, 2023).

Con referencia a la participación de los estudiantes en programas de apoyo, la LB ofrecen asesorías presenciales semestrales en el Centro de asesorías académicas impartidas estudiantes que realizan ayudantías docentes; estos estudiantes son dirigidos por el docente a cargo de la ayudantía (CACEB, 2023; UABC, 2024a). De manera particular, la LB implementó grupos de estudio a partir del periodo 2022-1 de la unidad académica de Fisicoquímica, dado que aquí se presentaban los índices más altos de reprobación (CACEB, 2023). Adicionalmente, La FC cuenta con el Centro de Asesorías que ofrece seguimiento presencial y virtual en las áreas de matemáticas, física, computación y biología (CACEB, 2023). Por su parte, el 36% de los académicos concuerdan en la pertinencia de la asesoría académica para los estudiantes.

Sobre la movilidad e intercambio estudiantil, de los periodos 2018-1 al 2024-2 al menos 5% de los estudiantes de la LB tuvieron la oportunidad de realizar un intercambio académico (UABC, 2024a). El 52% de los académicos destacaron la relevancia de la movilidad nacional o internacional a la formación de los estudiantes; por parte de los estudiantes, el 62.8% mencionó estar enterado de la importancia de la movilidad estudiantil, pero el 97.2% de los estudiantes no han participado en movilidad en otras universidades, ni en movilidad interna con 71.0%.

El servicio de tutoría es de carácter obligatorio, tienen el objetivo de acompañar a los estudiantes en el diseño pertinente de un programa de actividades curriculares y extracurriculares que favorezca su formación integral y su perfil profesional (UABC, 2021b). El 44% de los académicos coincidieron en el beneficio de la función del tutor en la formación académica de los estudiantes, pero el 16% no contaba con información para opinar en este tema. Al respecto, el

55.2% de los estudiantes concordó en la pertinencia del proceso de asesoría y apoyo académico que se les brinda por parte de su tutor.

La FC dispone del área de OEP para la atención de aspirantes, estudiantes y docentes (UABC, 2024a). El 32% de los académicos estuvo de acuerdo en que los programas y actividades desempeñados por el área de OEP contribuyen positivamente en el trayecto formativo de los estudiantes. El 40.4% de los estudiantes indicó haber recibido una orientación educativa o psicológica regular, el 22.5% señaló con haber tenido una orientación educativa y el 17.9% precisó que el servicio recibido no fue útil.

La FC cuenta con convenios de vinculación con el sector empresarial nacional e internacional; sin embargo, los estudiantes manifestaron la necesidad de incrementar y diversificar el número de convenios para realizar prácticas profesionales (CACEB, 2023). El 77.7% de los estudiantes indicó estar enterados del objetivo de realizar las prácticas profesionales, el 75.2% expusieron contar con expectativas para formar parte de algún proyecto de vinculación, pero el 69.7% no ha participado ni ha estado involucrado en proyectos de vinculación, tampoco ha tenido asesoría o supervisión. En el caso de los empleadores, informaron que la cantidad aproximada de estudiantes que han realizado algún tipo de servicio académico en su empresa u organización es de 4 a 6 estudiantes.

En materia de servicio social, algunos estudiantes y egresados de la LB indicaron que es mucho el tiempo destinado a los dos tipos de SS, lo que propicia un retraso en el proceso de titulación (CACEB, 2023). El 40% de los académicos coincidió en acuerdo sobre la contribución positiva del SS en la formación del estudiante.

En torno a los resultados de los estudiantes, la información derivada del EGEL Plus BIO de los periodos de 2017-2019 posiciona a la LB en nivel 2 por séptima ocasión (Ceneval, 2021). Además, el programa de la LB permaneció en el Padrón de Programas de Biología de Alto Rendimiento en el periodo de 2017-2021 (CACEB, 2023).

Los estudiantes de la LB son impulsados a participar en diferentes actividades o eventos: Concurso *Inventa una criatura*, Concurso fotográfico sobre los ambientes extremos de la península de Baja California, reuniones del consorcio internacional México-Reino Unido: NABAMA, Congreso

Internacional *Meredith Gould*, Simposio Binacional (México-Estados Unidos) de Botánica, Coloquio de aves rapaces (CACEB, 2023), Semana de Ciencias, Expo Ciencia y Tecnología, la Noche de las Ciencias y Noche de las estrellas (UABC, 2024). Además, la LB participa en el asesoramiento de estudiantes de nivel secundaria en el Concurso de Talentos en Ciencias (CTC) (UABC, 2024a).

Finalmente, sobre el cumplimiento del perfil de egreso, el 68% de los académicos que una de las principales causas que pueden truncar el cumplimiento del perfil de egreso es la falta de compromiso en el aprendizaje o el bajo rendimiento de los estudiantes. Por otra parte, el 66.6% de los empleadores mencionó estar de acuerdo en que los egresados que laboran en su empresa u organización cumplen con el perfil de egreso. Asimismo, el 33.3% valoró mejorable las habilidades prácticas de los egresados y el 50% determinó aceptable el nivel de conocimientos teóricos, así como el 66.6% estimó mejorable las competencias contextualizadas al campo laboral de los egresados de la LG.

Estudio 2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios

Objetivo. El objetivo general de este estudio fue evaluar la suficiencia del personal académico, la infraestructura física y académica y los servicios de apoyo al programa, a fin de fundamentar la modificación o actualización de programas educativos. La organización de este apartado conlleva cuatro categorías: 2.4.1 Personal académico, 2.4.2 Infraestructura académica, 2.4.3 Infraestructura física y 2.4.4 Servicios de apoyo (ver Tabla 2.58).

Tabla 2.58

Descripción de elementos estructurales de la Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios.

Categoría	Objetivo específico	Indicador
2.4.1 Personal académico	Describir los niveles de formación del personal académico referentes a la composición actual del cuerpo docente, la superación disciplinaria y habilitación académica, la producción académica para el programa —antecedentes en actividades profesionales y de investigación—, las formas de organización para el trabajo académico, las líneas de generación, aplicación del conocimiento y su transferencia al programa, y la articulación de la investigación con la docencia.	2.4.1.1 Composición actual del cuerpo docente
		2.4.1.2 Desarrollo disciplinario y habilitación académica
		2.4.1.3 Producción académica para el programa
		2.4.1.4 Formas de organización para el trabajo académico
		2.4.1.5 Líneas de generación, aplicación del conocimiento y su transferencia al programa
2.4.2 Infraestructura académica	Describir la infraestructura académica, entendida como aulas y espacios para la docencia, los laboratorios y talleres específicos para la realización de prácticas, la biblioteca, los espacios destinados para profesores, los espacios para encuentros académicos y/o culturales y otras instalaciones fuera de la institución.	2.4.2.1 Aulas y espacios para la docencia y su equipamiento
		2.4.2.2 Laboratorios y talleres específicos para la realización de prácticas, y su equipamiento
		2.4.2.3 Otras instalaciones fuera de la Unidad Académica
		2.4.2.4 Biblioteca
		2.4.2.5 Espacios destinados para profesores
		2.4.2.6 Espacios para eventos académicos y culturales
	Describir la infraestructura física como los espacios donde se imparte el programa, la	2.4.3.1 Infraestructura física del lugar donde se imparte el programa

Categoría	Objetivo específico	Indicador
2.4.3 Infraestructura física	seguridad de personas y bienes, las áreas deportivas, de recreación y convivencia, y la conectividad. Incluir la infraestructura para el acceso a personas con necesidades especiales.	2.4.3.2 Seguridad de personas y bienes
		2.4.3.3 Seguridad de personas discapacitadas
		2.4.3.4 Áreas deportivas, de recreación y convivencia
		2.4.3.5 Conectividad
2.4.4 Servicios de apoyo	Describir los servicios de apoyo entre los que se encuentran la administración escolar, los servicios estudiantiles, las becas y la orientación para el tránsito a la vida profesional.	2.4.4.1 Administración escolar
		2.4.4.2 Servicios a estudiantes
		2.4.4.3 Becas estudiantiles

Nota. De “Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura”, por A. Serna, y A. Castro, 2018, *Universidad Autónoma de Baja California*. CC BY-NC-ND.

Método. Se realizó una investigación documental y una investigación empírica para identificar los fundamentos y condiciones de operación del programa educativo.

Participantes. La investigación empírica involucró la participación del coordinador de la carrera, académicos y estudiantes de la Licenciatura en Biología (LB) de la Facultad de Ciencias (FC) del campus Ensenada de la UABC. En el caso de los académicos se obtuvo una muestra no probabilística por autoselección de 25 académicos —quienes atendieron a responder el instrumento de manera completa—, esto representó el 69.5% de la población total. La muestra de estudiantes fue de 145, se consideraron solamente las respuestas completas —las entradas incompletas fueron 31—. La muestra de estudiantes representó el 52.9% del total de la matrícula del periodo 2023-2 (UABC, 2024c). La Tabla 2.59 presenta las frecuencias y porcentajes de la muestra de académicos y estudiantes.

Tabla 2.59

Valores de las muestras de académicos y estudiantes en el periodo 2023-2

Indicadores	Académicos		Estudiantes	
	F	%	F	%
Población total	36	100	274 ^a	100
Muestra	25	69.5	145	52.9

Respuestas completadas	25	145
Respuestas incompletas	28	31
Respuestas totales	53 ^b	176

Nota. ^a De “Sistema de Indicadores y Estadísticas Institucionales”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024c. CC BY-NC-ND. ^b En el caso de los académicos, se estima que ingresaron al instrumento en más de una ocasión.

Con relación a los académicos, el 60% fueron de sexo masculino y el 40% de sexo femenino; el rango que concentró mayor porcentaje de edad fue de 36 a 40 años con 28%, seguido del rango de 56 años o más con 24%. El 88% de los académicos señalaron tener grado de doctor, de estos, el 40% cuenta con estudios posdoctorales. El 56% de los académicos de la muestra fueron Profesores de tiempo completo (PTC); y el rango de experiencia docente en la UABC con mayor concentración fue de 1 a 5 años con 40% (ver Tabla 2.60).

Tabla 2.60

Características generales de la muestra de académicos

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	10	40
	Masculino	15	60
Edad	25 años o menos	1	4
	26-30 años	1	4
	31-35 años	2	8
	36-40 años	7	28
	41-45 años	5	20
	46-50 años	2	8
	51-55 años	1	4
	56 años o más	6	24
Nivel máximo de estudios	Licenciatura/Ingeniería	1	4
	Maestría	2	8
	Doctorado	12	48
	Posdoctorado	10	40
Sector en que realiza su actividad profesional	Público	20	80
	Privado	2	8

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
	Ambos	3	12
Años de experiencia docente en UABC	1-5 años	10	40
	6-10 años	7	28
	11-15 años	2	8
	16-20 años	1	4
	Mas de 21 años	5	20
Tipo de contratación	Profesor de tiempo completo	14	56
	Profesor de medio tiempo	1	4
	Profesor de asignatura	7	28
	Técnico académico	3	12

Respecto a las características generales de la muestra de estudiantes, el 57.9% fueron de sexo femenino; el 20.7% cursaba el tercer semestre, y el quinto semestre también con el mismo porcentaje —un estudiante señalo ser de movilidad, por tanto, cursaba unidades de aprendizaje de varios semestres—; el 64.1% no trabaja; el 91.7% es soltero(a) (ver Tabla 2.61).

Tabla 2.61

Características generales de la muestra de estudiantes

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Sexo	Femenino	84	57.9
	Masculino	54	37.2
	No especificado	4	2.8
	Prefiero omitir esta pregunta	3	2.1
Edad	Menos de 18 años	1	0.7
	18 años	3	2.1
	19 años	8	5.5
	20 años	32	22.1
	21 años	31	21.4
	22 años	31	21.4
	23 años o más	39	26.9
Semestre en curso	Primero	1	0.7
	Segundo	0	0

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
	Tercero	30	20.7
	Cuarto	21	14.5
	Quinto	30	20.7
	Sexto	28	19.3
	Séptimo	10	6.9
	Octavo	12	8.3
	Otro	13	8.9
Trabajo	Sí	52	35.9
	No	93	64.1
Modalidad de Trabajo*	por mi cuenta	18	12.4
	empleado	34	23.4
Estado civil	Casado(a)	4	2.8
	Soltero(a)	133	91.7
	Unión libre	8	5.5

Nota. * Correspondiente a los 52 estudiantes que señalaron trabajar

Materiales. Los principales documentos y sitios web de análisis fueron los siguientes:

1. Reporte para la Reacreditación de la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología [CACEB], 2023).
2. Página institucional de la Licenciatura en Biología (UABC, 2024b).
3. Propuesta de modificación del Programa Educativo: Licenciatura en Biología (UABC, 2017).
4. Plan de desarrollo 2023-2027 (UABC, 2023)
5. Sistema de indicadores y estadísticas institucionales (UABC, 2024c).
6. Cuestionario dirigido a académicos adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice D).
7. Cuestionario dirigido a estudiantes adaptado del Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de

Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios) (UABC, 2020a) (Apéndice E).

Procedimiento. En la investigación documental se analizaron diversos documentos y páginas institucionales en línea relacionadas a la implementación y resultados del programa educativo de Biología.

La investigación empírica correspondió a un diseño transversal de tipo descriptivo con el fin de analizar las opiniones del coordinador, académicos y estudiantes del programa educativo referentes a la identificación de fortalezas y áreas de mejora. Con el coordinador de la carrera se tuvo una entrevista por videoconferencia, la finalidad fue atender temas referentes a principios teóricos, programas afines y organismos reguladores para la formación en biología. Posteriormente, la vía de comunicación con el coordinador fue el correo electrónico institucional, por este medio se compartieron materiales, dudas y comentarios. Para los académicos y estudiantes la aplicación del cuestionario se administró y supervisó por medio del *software LimeSurvey* versión 5.3.7+220328. De esta forma fueron enviados los cuestionarios a cada grupo de participantes. El coordinador de la carrera fue un apoyo importante para invitar a los participantes a responder el cuestionario.

Para el análisis de los datos empíricos, se extrajeron las bases de datos de las muestras; su estudio conllevó un análisis descriptivo de los datos resultantes de los ítems cerrados y un análisis cualitativo de la información derivada de los ítems abiertos.

Resultados. Los hallazgos se presentan de acuerdo a la estructura interna de la evaluación de fundamentos y condiciones de operación de la LB. Cabe recordar que, en el caso de los académicos los resultados del análisis descriptivo de los ítems cerrados corresponden a toda la muestra; en cambio, en el análisis cualitativo la tasa promedio de respuesta fue de 40%, dado que fue voluntario realizar comentarios abiertos. De la misma forma, referente a los estudiantes, la tasa promedio de respuesta fue de 14.5%.

2.4.1 Personal académico

Objetivo específico. Describir los niveles de formación del personal académico referentes a la composición actual del cuerpo docente, la superación disciplinaria y habilitación académica, la producción académica para el programa —antecedentes en actividades profesionales y de investigación—, las formas de organización para el trabajo académico, las líneas de generación, aplicación del conocimiento y su transferencia al programa, y la articulación de la investigación con la docencia.

2.4.1.1 Composición actual del cuerpo docente

La LB cuenta con un total de 36 académicos. A continuación, se describirán características del cuerpo docente con base en la muestra de académicos participantes en esta evaluación, quienes representaron el 69.4% del total de docentes de la LB.

Opinión de los académicos: el nivel de estudios máximo de la mayoría de los académicos es Doctorado con 12 académicos (48%), le sigue el nivel Posdoctorado que concentra 10 académicos (40%). Además, ocho académicos (32%) señalaron no pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Conahcyt ni a ningún colegio o asociación del ámbito profesional; sin embargo, seis académicos (24%) indicaron ser parte de algún colegio o asociación del ámbito profesional y 14 académicos (56%) refirió contar con el reconocimiento del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadoras (SNII) (ver Tabla 2.54).

En el sector de actividad profesional público se encuentran laborando 22 académicos (88%), dos académicos en el sector privado (8%) y tres (12%) en ambos sectores. Asimismo, hubo dos rangos donde se ubicaron más académicos respecto a los años de experiencia profesional fueron de 11 a 15 años y más de 21 años con 7 académicos (28%) respectivamente (ver Tabla 2.62).

Tabla 2.62

Características generales del cuerpo docente

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Nivel de estudios	Licenciatura o Ingeniería	1	4
	Maestría	2	8

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
	Doctorado	12	48
	Posdoctorado	10	40
Sector de actividad profesional	Público	22	88
	Privado	2	8
	Ambos	3	12
Años de experiencia profesional	1-5 años	1	4
	6-10 años	6	24
	11-15 años	7	28
	16-20 años	4	16
	Mas de 21 años	7	28
Actualmente, pertenece a alguna de las siguientes instancias	Sí, a un colegio o asociación de mi gremio profesional	6	24
	Sí, al SNII	14	56
	No	8	32

Adicionalmente, 21 académicos (81.8%) señalaron no desempeñar alguna actividad relacionada con la gestión de la FC. Sin embargo, hubo otras coordinaciones que fueron mencionadas en las que han participado los académicos: Coordinación de Carrera y Coordinador de formación profesional (ver Tabla 2.63).

Tabla 2.63

Actividades que desempeñan los académicos relacionadas con la UABC

Ítem	Respuestas	F	%
Desempeña alguna actividad relacionada con la gestión académica de la escuela o facultad en la que labora en UABC	No	21	81.8
	Coordinador de carrera	3	13.6
	Coordinador de un área del conocimiento	--	--
	Coordinador de formación profesional	1	4.5
	Coordinador de extensión y vinculación	--	--
	Coordinador de investigación	--	--

Por otra parte, 13 académicos (52%) precisaron tener un conocimiento regular del programa educativo de la UABC (ver Tabla 2.64).

Tabla 2.64

Rasgos de los académicos sobre el programa educativo y participación en cursos

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
¿En qué medida conoce el programa educativo de la UABC?	Nada	1	4
	Poco	1	1
	Regular	13	52
	Completamente	10	40

A propósito de la importancia del trabajo en la UABC, 19 académicos (76%) indicaron que su labor en la universidad es una oportunidad de hacer algo útil para la sociedad, 16 académicos (64%) destacaron la oportunidad de aprender nuevas cosas y 15 académicos (60%) aludieron a la estabilidad que les brinda la UABC (ver Tabla 2.65).

Tabla 2.65

Importancia que los académicos otorgan a su labor docente en la UABC

Ítem	Respuestas	Frecuencias	%
Seleccione las opciones que reflejen la importancia que otorga a su trabajo como docente en la UABC	Autonomía en el trabajo	14	56
	Estabilidad laboral	15	60
	Oportunidad de aprender cosas nuevas	16	64
	Ingresos elevados	2	8
	Afrontar nuevos retos	12	48
	Buenas perspectivas profesionales	10	40
	Tener tiempo para actividades de ocio y recreativas	4	16
	Reconocimiento/prestigio social	6	24
	Oportunidad de hacer algo útil para la sociedad	19	76
	Facilidad para combinar trabajo y familia	7	28

Nota. Los académicos marcaron todas las opciones que consideraron pertinentes según su opinión.

Con relación al trabajo en clase, todos los académicos de la muestra (25 académicos, 100%) realizan clases teóricas, así como 20 académicos (80%) señalaron llevar a cabo clases prácticas y 18 académicos (72%) favorecen el trabajo autónomo e individual (ver Tabla 2.66).

Tabla 2.66

Formas de trabajo de los académicos para la impartición de clases

Ítem	Respuestas	Frecuencias	%
Seleccione las formas de trabajo que suele planear para la impartición de sus clases	Clases teóricas	25	100
	Atención personalizada a los estudiantes	16	64
	Seminarios-talleres	16	64
	Trabajo en grupo	17	68
	Clases prácticas	20	80
	Trabajo autónomo e individual	18	72
	Prácticas externas	11	44

Nota. Los académicos marcaron todas las opciones que consideraron pertinentes según su opinión.

Además, el 60% de los académicos refirió otorgar bastante valor al aprendizaje cooperativo, así como poner mucho en práctica en clase los referentes teóricos, conceptos o paradigmas (48%). Por otra parte, el 48% de los académicos indicaron no poner en práctica actividades en empresas, instituciones o similares (ver Tabla 2.67).

Tabla 2.67

Condiciones y características de la impartición de clases por los académicos

Ítems	Respuestas (%)				
	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
<i>En sus clases, ¿en qué medida otorga valor o pone en práctica lo siguiente?</i>					
Asistencia a clase	24	8	20	24	24
Puntualidad	16	12	20	36	16
Aprendizaje cooperativo	4	4	4	60	28
Contrato de aprendizaje	28	8	8	40	16
Participación en proyectos de investigación	12	12	16	32	28
Método expositivo	12	--	24	36	28
Estudios de caso	20	--	28	32	20
Resolución de ejercicios y problemas	12	4	8	36	40
Prácticas en empresas, instituciones o similares	48	24	12	8	8
Conocimientos prácticos y metodológicos	4	--	12	44	40

Ítems	Respuestas (%)				
	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
Teorías, conceptos o paradigmas	4	--	4	44	48
Aprendizaje orientado en proyectos	8	12	20	28	32
Trabajos escritos	4	8	8	64	16
Aprendizaje basado en problemas	12	--	12	40	36
Exposiciones orales	12	--	24	44	20
Aplicación de pruebas tipo test para medir el aprendizaje	16	16	12	28	28
Aplicación de evaluaciones de preguntas abiertas	4	8	24	28	36

Al mismo tiempo, los académicos mencionaron con un 40% en desacuerdo que le personal docente de apoyo es pertinente para alcanzar los objetivos de los contenidos de la(s) unidades de aprendizaje que imparten. También, el 48% concordó en acuerdo que la evaluación de su trabajo es sistemática (ver Tabla 2.68).

Tabla 2.68

Personal de apoyo y evaluación del ejercicio académico

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El personal docente de apoyo es adecuado para lograr los objetivos de los contenidos de la(s) UA que imparto	20	8	40	20	12
Se evalúa de manera sistemática mi trabajo	4	4	8	48	36

2.4.1.2 Desarrollo disciplinario y habilitación académica

Opinión de los académicos: sobre el Programa Flexible de Formación y Desarrollo Docente (PFFDD), 11 académicos (44%) expresaron haber participado entre uno y dos cursos de formación pedagógica o didáctica en los últimos dos años; y ocho académicos (32%) informaron no haberse

involucrado en algún curso de formación. Adicionalmente 16 académicos (64%) indicaron haber participado en el diseño de programas bajo el enfoque por competencias (ver Tabla 2.69).

Tabla 2.69

Rasgos de los académicos sobre el programa educativo y participación en cursos

Ítems	Respuestas	Frecuencias	%
Aproximadamente en los últimos dos años ¿en cuántos cursos de formación pedagógica o didáctica ha participado	Ninguno	8	32
	Entre 1 y 2	11	44
	Entre 3 y 5	5	20
	Entre 6y 8	1	4
	Mas de 8	--	--
En los últimos tres años, ¿ha participado en el diseño de programas bajo el enfoque por competencias?	Sí	16	64
	No	9	36

Por tanto, el 28% de los académicos estuvieron en desacuerdo en que la coordinación de la LG favorece la capacitación pedagógica (ver Tabla 2.70).

Tabla 2.70

Opinión de académicos sobre la capacitación pedagógica

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La coordinación de la LG contribuye en la capacitación pedagógica	16	24	28	12	20

2.4.1.3 Producción académica para el programa

Los docentes investigadores del programa educativo de la LB cuentan con una gran cantidad de artículos científicos publicados en revistas arbitradas e indexadas (véase https://drive.google.com/drive/folders/1_j1_jCeB71wN3izCtDYxmGshJUIgx7fG) (CACEB, 2023). Entre las revistas donde los académicos de la LB publican artículos científicos son: Global Ecology and Conservation (Países Bajos), BMC Biotechnology (Reino Unido), Scientifica Reports de NATURE (Reino Unido), Evolutionary Ecology Research (EUA), Journal of Medical Entomology

(EUA), Medical and Veterinary Entomology (Reino Unido), Vector-Borne and Zoonotic Diseases (EUA), Botanical Sciences (México), Latín American journal of aquatic research (Chile), Zootaxa (Nueva Zelanda), Revista mexicana de biodiversidad (México), PLOS ONE (EUA), Environmental Biology of Fishes (Países Bajos), Western North American Naturalist (EUA), Infection, Genetics and Evolution (Países Bajos), Frontiers in Ecology and Evolution (Suiza), Neurotoxicology and teratology (EUA), Aquaculture Research (Reino Unido), Biodiversity and conservation (Países Bajos), Botanical journal of the Linnean Society (Reino Unido) y la European Journal of Protistology (Alemania) (CACEB, 2023).

2.4.1.4 Formas de organización para el trabajo académico

La FC cuenta con cuerpos colegiados: Cuerpos Académicos (CA), Academias y el Consejo Técnico; además se dispone de un Reglamento Interior de las Academias y el Reglamento del Consejo Técnico (CACEB, 2023). Respecto a los CA, existen dos CA consolidados y un CA en formación registrados en el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), en los CA se formalizan las líneas de investigación del programa educativo de la LB con relación a las áreas de Biodiversidad y Biotecnología del Programa (CACEB, 2023). Las líneas de investigación son seis: 1) Taxonomía y Ecología de Recursos Naturales, 2) Biomedicina Básica y Aplicada, 3) Manejo, Aprovechamiento Sustentable y Conservación de Recursos Naturales, 4) Educación Científica en Ciencias Biológicas, 5) Bioinformática y 6) Biología Básica y Aplicada (CACEB, 2023).

Referente a las Academias, se resalta la necesidad de efectuar un análisis interno de estas, para impulsar acciones que posibiliten la asignación de cursos, de ser posible, obligatorios a los PTC (CACDEB, 2023).

2.4.1.5 Líneas de generación, aplicación del conocimiento y su transferencia al programa

Los laboratorios para la docencia e investigación del programa educativo de la LB están vinculados a las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) de las tres CA del programa (CACEB, 2023). Por tanto, se sugiere seguir en dirección del aprovechamiento la formación científica de los académicos y la fortaleza de los CA para sumar a más estudiantes en la elaboración de tesis o trabajos de investigación. (CACEB).

Se destaca la participación activa de los académicos de la FC con académicos de otras universidades y centros de investigación a nivel nacional e internacional, lo que deriva en fortalecer las LGAC, la aplicación de los saberes —de manera individual y colectiva— de los PTC en los CA de la facultad (UABC, 2024a).

Asimismo, los académicos de la FC forman parte de diferentes redes en el contexto nacional e internacional; la participación se desarrolla por medio de proyectos de investigación, donde los investigadores de la FC han sumado esfuerzos con países como: Estados Unidos, Canadá y el Reino Unido (UABC, 2024a)

2.4.2 Infraestructura académica

Objetivo específico. Describir la infraestructura académica, entendida como aulas y espacios para la docencia, los laboratorios y talleres específicos para la realización de prácticas, la biblioteca, los espacios destinados para profesores, los espacios para encuentros académicos y/o culturales y otras instalaciones fuera de la institución.

2.4.2.1 Aulas y espacios para la docencia y su equipamiento

Opinión de los académicos: el 60% coincidió en que las aulas son adecuadas para el logro de los objetivos del plan de estudios (ver Tabla 2.71).

Tabla 2.71

Opinión de académicos sobre la pertinencia de las aulas

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Los salones de clases son adecuados, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios	2.9	5.1	25.7	60	5.7

2.4.2.2 Laboratorios y talleres específicos para la realización de prácticas, y su equipamiento

La FC tiene para su ejercicio académico con laboratorios equipados para docencia e investigación:

Laboratorio de Invertebrados, Laboratorio de Vertebrados y colecciones, Laboratorio de Taxidermia, Laboratorio de Botánica y Herbario BCMEX, Laboratorio de Química, Laboratorio de Histología, Laboratorio de Microbiología, Laboratorio de Geología, Laboratorio Meredith Gould, Laboratorio de Genotoxicología, Laboratorio de Genética, Laboratorio de Genética- Investigación, Laboratorio de Biología Molecular, Laboratorio de Biotecnología, Laboratorio de Nanotecnología, Laboratorio Multidisciplinario, Laboratorio de Manejo de Vida Silvestre, Laboratorio de Genética Ecológica, Laboratorio de Biología Molecular Investigación. (CACEB, 2023, p. 100)

La FC dispone de laboratorios en condiciones generales favorables y completos —iluminación y ventilación adecuadas—; los depósitos de basura se ubican fuera de los laboratorios con base en la política del Programa institucional de Cero residuos (UABC, 2024a). Sin embargo, existen cuestiones mejorables con relación al cumplimiento normativo (CACEB, 2023).

Además, hay cinco laboratorios de cómputo en la facultad para favorecer el trabajo de los académicos de la LB; el número de computadoras es de 125, distribuidas en los cinco laboratorios, los servicios de cómputo incluyen gratuitamente la paquetería de software básica más empleadas, la paquetería se actualiza cada semestre (CACEB, 2023). La cifra de computadoras por estudiante es de un equipo por cada 2.9 estudiantes (CACEB, 2023).

En los laboratorios se llenan bitácoras de registro de usuarios, del uso de equipo y de materiales, y las instalaciones cumplen con las normas mexicanas; asimismo, para el suministro y aislamiento de residuos peligrosos se cuenta con un programa de manejo de este tipo de residuos (CACEB, 2023). Sin embargo, se requiere renovar los manuales de operación de los laboratorios, también se requiere mayor inversión para cubrir de manera satisfactoria lo indispensable en la operación de los laboratorios (CACEB, 2023). Los laboratorios tienen una capacidad de hasta 20 estudiantes por sesión; al respecto, con base en entrevistas a los estudiantes y egresados, se indicó que las instalaciones de las aulas y laboratorios son pertinentes para el número de estudiantes (CACEB, 2023).

Adicionalmente, el servicio de internet es brindado por el Departamento de Información Académica para todo el campus Sauzal (CACEB, 2023).

Opinión de los académicos: el 54.3% coincidió en que los laboratorios son apropiados para cumplir con los objetivos del plan de estudios. El 34.3% estuvo de acuerdo en que el equipo de laboratorio es pertinente dado que se apega a las necesidades de las UA que imparte, pero el 28.6% se manifestó en desacuerdo (ver tabla 2.72).

Tabla 2.72

Opinión de académicos sobre los laboratorios y su equipo

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El equipo de laboratorio es adecuado ya que responde a los requerimientos de las UA que imparto	20.0	14.3	28.6	34.3	2.9
Los laboratorios son adecuados, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios	20.0	2.9	20.0	54.3	2.9

2.4.2.3 Otras instalaciones fuera de la unidad académica

En la revisión documental, no se identificó que el programa educativo de la LB disponga de instalaciones fuera de unidad académica.

2.4.2.4 Biblioteca

La biblioteca central del campus Ensenada ofrece servicios bibliotecarios y de informática a sus usuarios, tiene a disposición de los estudiantes diferentes áreas de consulta grupal e individual, así como préstamo de libros; el horario de atención es de lunes a viernes de 7:00 a 22:00 horas y sábados de 9:00 a 14:00 horas (CACEB, 2023).

La biblioteca digital contiene el Catálogo Cimarrón —inventario automatizado en línea conformado por los recursos bibliográficos que se encuentran en las bibliotecas de la UABC—, bases de datos, *journals*, libros electrónicos, Revistas UABC y publicaciones UABC; las bases de datos disponibles son: *Web of Science*, *Ebsco*, *Scopus* y *vLex*; algunos *journals* son: *Elsevier*,

Nature, *Springer* y *JSTOR*; las Revistas UABC son: Ciencias Marinas, Estudios Fronterizos, Gaceta Universitaria, Revista Aristas, Revista de Ciencias Tecnológicas, Revista Culturales, Revista Electrónica de Investigación Educativa (REDIE), Revista UABC; las publicaciones UABC son: Boletín Humanas, Revista Escolar ECOS y Escafandra (UABC, 2021a).

La biblioteca cuenta con servicio de consulta de acervo autorizado fuera de las instalaciones: préstamo externo. Para realizar un préstamo externo se debe mostrar la credencial vigente de estudiante la UABC, sin adeudos registrados; el préstamo será hasta por siete días hábiles con posibilidad de una renovación por siete días hábiles más (UABC, 2021d).

Como parte de las colecciones científicas destacadas de la FC se encuentran el “Herbario BCMEX”, “Jardín Botánico” y “Colección de Vertebrados”, destinados a la conservación y difusión del patrimonio cultural y científico del Estado (UABC, 2023). Con relación al acervo pertinente para la LB, la biblioteca dispone de los recursos involucrados en la UA del programa de estudio de la LB —libros, revistas, diccionarios, tesis, entre otros— (CACEB, 2023). Pero, el programa educativo deberá realizar un listado de manera frecuente del acervo requerido, con el fin de contar con colecciones actualizadas (CACEB, 2023). Asimismo, se sugiere promover el empleo de los recursos en línea en los estudiantes desde que ingresan a la LB, para favorecer la realización de reportes, tesis, entre otras producciones de los estudiantes (CACEB, 2023).

Opinión de los académicos: el 71.4% concordaron en que la biblioteca es adecuada porque posibilita alcanzar los objetivos del plan de estudios. Asimismo, el 46.6% estuvo de acuerdo en la conveniencia del acervo bibliográfico para la impartición de las UA (ver Tabla 2.73).

Tabla 2.73

Opinión de académicos respecto a la biblioteca y el acervo bibliográfico

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La biblioteca es adecuada, ya que permite lograr los objetivos del plan de estudios	2.9	--	11.4	71.4	14.3
El acervo bibliográfico es adecuado para las UA que imparto.	2.9	--	28.6	46.6	20.0

2.4.2.5 Espacios destinados para profesores

En la LB, los PTC —14 académicos—, los profesores de medio tiempo y técnicos académicos disponen de un cubículo en la FC, en el caso de los profesores de asignatura tienen acceso a cubículos compartidos —dos cubículos disponibles— (CACEB, 2023). Asimismo, los académicos cuentan con una sala de profesores, también empleada como sala de juntas (CACEB, 2023).

En los laboratorios de investigación se fomentan las LGAC de los tres cuerpos académicos de la LB (CACEB, 2023). Como parte del equipamiento de los laboratorios de docencia e investigación, se cuenta con 113 equipos de microscopía —61 estereoscopios y 52 microscopios— (CACEB, 2023).

Opinión de los académicos: para el logro de los objetivos de plan de estudios, los académicos estuvieron de acuerdo en que las oficinas son apropiadas con 56% y 60% que las salas audiovisuales son convenientes (ver Tabla 2.74).

Tabla 2.74

Opinión de académicos sobre espacios de trabajo

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Las salas audiovisuales son adecuadas, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios	16	--	4	60	20
Las oficinas son adecuadas, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios	16	8	12	56	8

2.4.2.6 Espacios para eventos académicos y culturales

Las actividades académicas y culturales se realizan en el Andador UABC ubicado en el campus Ensenada Punta Morro y Teatro Universitario y de los Periodistas “Benito Juárez” ubicado en c Av. Guadalupe 549, Obrera, 22830 Ensenada, B.C. cuenta con 407 butacas fijas y numeradas (UABC, 2020c).

2.4.3 Infraestructura física

Objetivo específico. Describir la infraestructura física como los espacios donde se imparte el programa, la seguridad de personas y bienes, las áreas deportivas, de recreación y convivencia, y la conectividad. Incluir la infraestructura para el acceso a personas con necesidades especiales.

2.4.3.1 Infraestructura física del lugar donde se imparte el programa

La infraestructura con la que dispone la FC son 10 edificios, dos invernaderos, un jardín botánico y la mitad de la Plaza 13 de marzo de 1969 (UABC, 2024a). Los espacios generales albergados en los edificios de la facultad son: un área de oficinas administrativas, áreas de cubículos para profesores de tiempo completo y asignatura, un áreas de cubículos para técnicos académicos y orientación educativa y psicopedagógica, 2 cubículos para profesores de asignatura y profesores visitantes, dos salas audiovisuales, una sala de juntas, un almacén general, una sala de profesores, 35 laboratorios —15 laboratorios asignados al área de Ciencias Exactas (ocho para docencia, 7 para investigación) y 20 laboratorios asignados al área de Ciencias Naturales (9 para docencia y 11 para investigación)—, 15 salones de clase para licenciatura, un salón para dar asesorías de licenciatura, cuatro salones de posgrado, dos espacios para atención de estudiantes de posgrado, dos áreas para resguardar colecciones, un jardín botánico, dos áreas de sanitario (ver Figura 2.10); adicionalmente, es posible disponer de las salas de cómputo del Departamento de Información y Bibliotecas (DIB), concretamente las salas A, B, C, D, E y la del segundo nivel (UABC, 2024a).

Figura 2.10

Mapa de las instalaciones de la FC



Nota. De “Cuarto Informe de Actividades 2023-2024”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024a. CC BY-NC-ND.

2.4.3.2 Seguridad de personas y bienes

Con el fin de atender la seguridad de las instalaciones de la FC está a cargo del Sistema Integral de Seguridad Universitaria (SISU), con apoyo de Recursos Humanos, su propósito es mantener la seguridad de la institución con base en la información, prevención y cooperación (CACEB, 2023).

Adicionalmente, la FC cuenta con una brigada multifuncional de emergencias integrada por el personal académico y administrativo para atender la seguridad, higiene y prevención de eventos; estas brigadas son: Unidad interna de protección civil, Prevención y combate de incendios, Evacuación y resguardo, búsqueda y rescate, Primeros auxilios, Comunicaciones de emergencia y Derrames de sustancias químicas y residuos peligrosos (UABC, 2024a).

Con relación al equipo de seguridad, la FC tiene extintores en exteriores e interiores, alarmas contra incendios, detectores de humo, luces de emergencia, botiquines de emergencia, indicaciones de actuación en caso de sismos o incendios, señalamientos de rutas evacuación y salidas de emergencia, entre otros (UABC, 2024a). Es importante señalar que, la administración de la FC realiza recorridos de manera frecuente para asegurar el buen funcionamiento de los equipos y protocolos de seguridad (UABC, 2024a).

Adicionalmente, en atención a las recomendaciones hechas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) en una visita realizada en abril de 2024, la FC realizaron ocho acciones estipuladas en la Norma Oficial Mexicana (NOM) (UABC, 2024a).

2.4.3.3 Seguridad de personas discapacitadas

En la revisión documental, no se esclarece cuantos edificios cuentan con rampas, ascensores u otra condición para el resguardo de personas con discapacidad; se identificó que se menciona el mantenimiento de las instalaciones de la FC respecto a la pintura en las rampas (UABC; 2024a)

2.4.3.4 Áreas deportivas, de recreación y convivencia

El campus Ensenada, donde se ubica la FC, cuenta con canchas deportivas de fútbol rápido y básquetbol, asimismo “cuenta con un gimnasio de usos múltiples para la práctica de diferentes actividades deportivas bajo techo como, basquetbol, voleibol, artes marciales, entre otros” (CACEB, 2023, p. 96). De esta manera el programa educativo de la LB dispone de espacios deportivos que permiten el ejercicio y recreación una variedad de deportes (CACEB, 2023).

2.4.3.5 Conectividad

El servicio de internet es provisto por el Departamento de Información Académica del campus donde se encuentra la FC; el enlace de ancho de banda es de 800 Mbps, con un servicio de MPLS de 50Mbps (CACEB, 2023).

El programa educativo de la LB tiene un procedimiento específico para la gestión y asignación de correo electrónico para todos sus estudiantes, el área encargada de esta tarea es la Jefatura de Departamento o Jefatura de oficina de Telemática del Departamento de Informática y Bibliotecas (CACEB, 2023).

Opinión de los académicos: el 44% estuvo de acuerdo en que los cañones de video son adecuados para la impartición de sus clases, el 44% concordó que el equipo de cómputo y *software* es adecuado, así como el 52% coincidieron en acuerdo que el internet es conveniente para llevar a cabo sus clases (ver Tabla 2.75).

Tabla 2.75

Opinión de académicos sobre recursos electrónicos e internet para la impartición de clases

Ítems	Respuestas (%)				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El equipo de cómputo y <i>software</i> es adecuado para las UA que imparto-	12	4	36	44	4
El Internet es adecuado para las UA que imparto en la carrera	4	8	8	52	28
Los cañones de video son adecuados para las UA que imparto en la carrera	4	16	32	44	4

2.4.4 Servicios de apoyo

Objetivo específico. Describir los servicios de apoyo entre los que se encuentran la administración escolar, los servicios estudiantiles, las becas y la orientación para el tránsito a la vida profesional.

2.4.4.1 Administración escolar

La estructura interna administrativa de la FC está encabezada por la Dirección de la FC: Subdirección —componentes académicos (coordinadores de área, responsables de los programas académicos, académicos)— y Administración —componentes administrativos (responsables y auxiliares de laboratorio, almacenistas, personal de mantenimiento, entre otros)— (UABC, 2024a).

La FC no cuenta con procesos administrativos certificados, pero dispone de tres documentos normativos relacionados a procedimientos académicos y administrativos internos: Manual de operación y procedimientos, Reglamento Interno y Reglamentos de laboratorios (UABC, 2024a).

2.4.4.2 Servicios a estudiantes

Además del Seguro Facultativo IMSS con el que cuentan los estudiantes de la UABC, en la FC cuenta con el Módulo de Atención Médica, con servicio disponible de 7 a 19 horas (CACEB, 2023). La universidad también comparte charlas regularmente en temas de salud (CACEB, 2023).

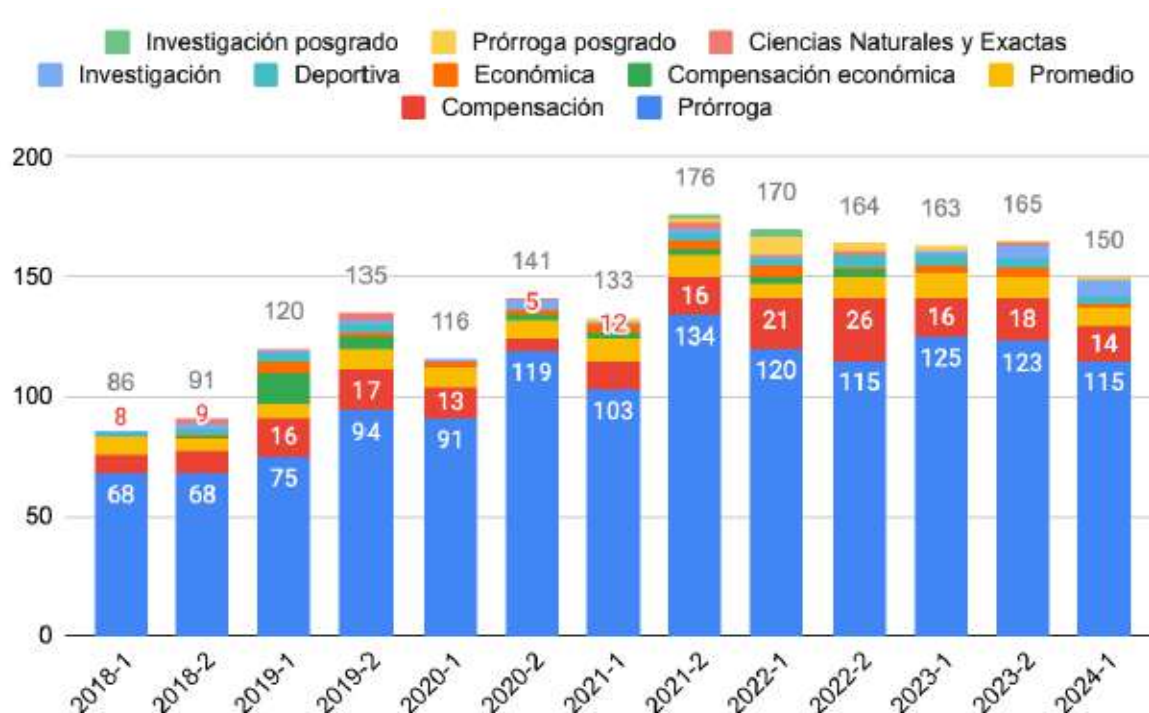
En atención a estudiantes en condiciones desventaja o vulnerabilidad, la FC pone en marcha diversas estrategias: a) implementación del Centro de Asesorías dirigido por PTC y el apoyo de estudiantes avanzados, b) aplicación del cuestionario de Evaluación Docente Intermedia para realizar recomendaciones específicas a los docentes sobre su práctica docente y c) servicio del programa Red de Apoyo “De Cimarrón a Cimarrón” que compromete charlas y talleres presenciales y a distancia en apoyo a los estudiantes que tiene alguna dificultad psicoeducativa (UABC, 2024a)

2.4.4.3 Becas estudiantiles

Las becas que mayormente solicitaron los estudiantes de la FC en los periodos 2018-1 al 2024-1 fueron: beca prórroga con 74.6% y beca compensación el 10.5%% (UABC, 202A). El periodo 2020-2 tuvo el porcentaje más alto de 84.4% becas prorroga solicitadas por estudiantes (ver Figura 2.11).

Figura 2.11

Número de becas otorgadas a estudiantes de la FC



Nota. De “Cuarto Informe de Actividades 2023-2024”, por Universidad Autónoma de Baja California, 2024a. CC BY-NC-ND.

Conclusiones Estudio 2.4 Evaluación del personal académico, infraestructura y servicios

Respecto al personal académico de la LG, 12 académicos (48%) cuentan con el nivel de estudios de Doctorado y 10 académicos tienen estudios de Posdoctorado (40%) tienen. Con relación al área laboral, 22 académicos (88%) se desempeñan en el sector profesional público, tres (12%) en el sector público y privado y dos (8%) en el sector privado. Sobre la actividad académica en la UABC, 21 académicos (81.8%) indicaron no realizar actividades relacionadas con la gestión de la facultad, 13 (52%) puntualizaron tener un conocimiento regular del programa educativo de la UABC.

Los académicos destacan su trabajo en la UABC, principalmente, 19 académicos (76%) valoran su trabajo en la UABC como una oportunidad de hacer algo útil para la sociedad. Además, todos los académicos (67.1%) mencionaron que realizan clases teóricas junto con 52 académicos de la muestra señalaron realizar clases teóricas. Asimismo, 40% de los académicos concordaron en la pertinencia del personal docente de apoyo para el cumplimiento de los objetivos de la(s) UA. Además, el 48% valoró que su trabajo se evalúa de manera sistemática.

La participación de los docentes en el PFFDD es de 11 docentes (44%) que han participado entre una y dos veces en algún curso de formación pedagógica y 16 (64%) han colaborado en el diseño de programas. También, el 28% coincidieron en que la coordinación de la LB propicia la capacitación pedagógica.

La producción científica de los académicos de la FC es amplia (véase https://drive.google.com/drive/folders/1_j1_jCeB7lwN3izCtDYxmGshJUIJgx7fG) (CACEB, 2023).

La FC cuenta con cuerpos colegiados institucionales y academias donde participan académicos para coordinar y regular el cumplimiento de las diferentes acciones de la unidad académica. Sin embargo, en las academias, es necesario realizar un análisis interno de estas, para impulsar acciones que posibiliten la asignación de cursos, de ser posible, obligatorios a los PTC (CACDEB, 2023).

Adicionalmente, la FC lleva a cabo proyectos de investigación de manera activa con académicos de otras universidades y centros de investigación a nivel nacional e internacional (CACDEB, 2023). Los académicos de la facultad forman parte de diferentes redes en el contexto nacional e internacional (CACDEB, 2023).

Con relación a la infraestructura académica, el 60% de los académicos están de acuerdo en que las aulas son apropiadas para cumplir con los propósitos de programa educativo; sin embargo, el 25.7% de los académicos mencionó, estar en desacuerdo en la pertinencia de aulas para el cumplimiento del programa educativo. Se cuenta también con 35 laboratorios —15 laboratorios asignados al área de Ciencias Exactas (ocho para docencia, 7 para investigación) y 20 laboratorios asignados al área de Ciencias Naturales (9 para docencia y 11 para investigación)—equipados para diferentes fines académicos, de los cuales el 54.3% de los académicos concordaron que los laboratorios son adecuados y 34.3% coincidió que el equipo de laboratorio es adecuado.

También se dispone del servicio bibliotecario y de informática en la biblioteca central del campus Ensenada y la biblioteca digital para la comunidad universitaria. El 71.4% de los académicos coincidieron en que la biblioteca es adecuada, así como el 46.6% estuvo de acuerdo en la conveniencia del acervo bibliográfico para las UA.

La infraestructura académica de la FC tiene a disposición espacios de usos diversos para el trabajo académico (CACEB, 2023). El 56% de los académicos estuvieron de acuerdo en la pertinencia de las oficinas y el 60% en las salas audiovisuales. Los eventos académicos y culturales se llevan a cabo en el Andador UABC y en el Teatro Universitario y de los Periodistas “Benito Juárez” (UABC, 2020c).

En cuanto a la infraestructura física, la FC dispone de 10 edificios, dos invernaderos, un jardín botánico y la mitad de la Plaza 13 de marzo de 1969 (UABC, 2024a). Sobre áreas deportivas, en el campus Ensenada Punta Morro hay un gimnasio y dos canchas deportivas.

La FC tiene cinco laboratorios de cómputo con 125 computadoras (CACEB, 2023). Los servicios de cómputo incluyen gratuitamente la paquetería de *software* básica más empleadas (CACEB, 2023). La cifra de computadoras por estudiante es de un equipo por cada 2.9 estudiantes (CACEB, 2023). El 54.3% de los académicos coincidió en que los laboratorios son apropiados para

cumplir con los objetivos del plan de estudios. El 34.3% estuvo de acuerdo en que el equipo de laboratorio es pertinente dado que se apega a las necesidades de las UA que imparte, pero el 28.6% se manifestó en desacuerdo. El 44% de los académicos coincidió en acuerdo en que los cañones son adecuados, también el 44% concordó adecuado el equipo de cómputo y *software* y el 52% estuvo de acuerdo en que el internet es apropiado.

Los estudiantes disponen del Seguro Facultativo IMSS, y atención médica en la FC con servicio disponible de 7 a 19 horas; también se imparten charlas regularmente en temas de salud (CACEB, 2023). Se llevan a cabo tres estrategias en atención a estudiantes en condiciones de desventaja o vulnerabilidad: a) implementación del Centro de Asesorías dirigido por PTC y el apoyo de estudiantes avanzados, b) aplicación del cuestionario de Evaluación Docente Intermedia para realizar recomendaciones específicas a los docentes sobre su práctica docente y c) servicio del programa Red de Apoyo “De Cimarrón a Cimarrón” que compromete charlas y talleres presenciales y a distancia en apoyo a los estudiantes que tiene alguna dificultad psicoeducativa (UABC, 2024a)

Referente a las becas, en los periodos de 2018-1 al 2024-1 el 74.6% de las becas solicitadas por los estudiantes de la FC fueron becas prórroga y en el periodo 2020-2 se tuvo un 84.4% de solicitudes.

Referencias

- Boletín Oficial del Estado. (2007, 13 de diciembre). Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-21490-consolidado.pdf>
- Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior. (2021, 05 de diciembre). *Padrón EGEL*. <https://reconocimiento.ceneval.edu.mx/pruebapadron/>
- Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior. (2023). *Guía para el sustentante Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Biología, EGEL Plus BIO*. <https://ceneval.edu.mx/wp-content/uploads/2023/01/GUIA-EGEL-BIO.pdf>
- Comisión OSPAR (2020, 30 de octubre). Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. <https://www.ospar.org/about/international-cooperation/united-nations-sustainable-development-goals>
- Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología. (2023). *Reporte para la Reacreditación de la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California*. Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología, A. C.
- Data México. (2023, 17 de agosto). *Baja California*. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/baja-california-bc>
- Fonseca, G., Córdoba, S. X. I., Ibáñez, S. X., Ravanal, E., Cassiani, S., & Peñaloza, G. (2021, 13 a 15 de octubre). Una perspectiva Latinoamericana para la configuración de una educación en biología, en clave de construcción de ciudadanías. IX Congreso Internacional sobre Formación de profesores en Ciencias. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/15013>
- Gobierno de México. (2023). *Tendencias del empleo profesional: primer trimestre 2024*. Observatorio laboral-Servicio Nacional del Empleo-Gobierno de México. https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias_empleo.html
- Gobierno de México. (2023, 25 de enero). *Día del biólogo y la bióloga*. <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/dia-del-biologo-y-la-biologa>
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2024, 28 de agosto). *Biología: cuantos son*. <https://comparacarreras.imco.org.mx/#Inicio>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2021a). *Aspectos geográficos: Baja California*. <https://n9.cl/ze8ew>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023a, 20 de agosto). *Lista Ramsar y aportación española*. <https://n9.cl/3gro0>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023b, 25 de septiembre). *Los sitios naturales de la Lista del Patrimonio Mundial*. <https://n9.cl/aqsnz>

- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024a, 24 de febrero). *Áreas Protegidas por Instrumentos Internacionales*. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos.html>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024b, 23 de abril). *Las Reservas biogenéticas*. <https://n9.cl/djy795>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024c, 21 de febrero). *Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo*. <https://n9.cl/x7xyd>
- Red Española de Reservas de la Biosfera. (2016, 23 de octubre). *Qué es la RERB*. <http://rerb.oapn.es/red-espanola-de-reservas-de-la-biosfera/que-es-la-rerb>
- Rodríguez, A. G., Rodrigues, M. D. S., & Sotomayor, O. (2019). *Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: elementos para una visión regional*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f23d8b68-db93-4013-8556-18ab4061d01e/content>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016, 24 de enero). *¿Qué hacemos?* <https://www.gob.mx/semarnat/que-hacemos>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022, 25 de enero). *Día del Biólogo y la Bióloga 2022*. <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/dia-del-biologo-y-la-biologa-2022?idiom=es>
- Tineo, E., Mavares, L., & Camejo, I. (2022). Genética molecular: representaciones sociales en educación superior. *Paradigma*, 43. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2022.p576-589.id1106>
- UNESCO. (2023, 9 de febrero). *Geoparques mundiales de la UNESCO*. <https://www.unesco.org/en/igpp/geoparks/about>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2013). Modelo educativo de la UABC. <https://www.uabc.mx/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2021/04/ModeloEducativodelaUABC.pdf>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2014). *Sistema Institucional de Tutorías*. <http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/mresponsabletutores.pdf>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2017). *Propuesta de modificación del Programa Educativo: Licenciatura en Biología*. https://ciencias.ens.uabc.mx/documentos/planes/bio/PlanBio_2017-2.pdf
- Universidad Autónoma de Baja California. (2019, 19 de junio). *Programa de Orientación Educativa y Psicológica*. <http://web.uabc.mx/formacionbasica/orientacion.htm>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2020a). *Documento ejecutivo para la elaboración de la Evaluación Externa e Interna para la modificación o actualización de Planes de Estudio de*

Licenciatura de la UABC (Propuesta de instrumentos para estudios).
http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/documento_con_instrumentos.pdf

Universidad Autónoma de Baja California. (2020b). *Estudio de preferencias vocacionales y demanda de carreras profesionales de los estudiantes de Educación Media Superior de Baja California*. Coordinación General de Formación Profesional.

Universidad Autónoma de Baja California. (2020c). *Teatros*. Coordinación General de Extensión de la Cultura y Divulgación de la Ciencia. <https://cultura.uabc.mx/teatros/>

Universidad Autónoma de Baja California. (2021a). *Coordinación General de Informática y Bibliotecas*. <https://bibliotecas.uabc.mx/bases-de-datos/>

Universidad Autónoma de Baja California. (2021b). *Estatuto escolar de la Universidad Autónoma de Baja California*.
http://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/Reglamentos/Estatutos/03_EstatutoEscolarUABC_Reforma_May_202021.pdf

Universidad Autónoma de Baja California. (2021c, 28 de diciembre). *Programas educativos*.
<https://www.uabc.mx/programas-educativos/>

Universidad Autónoma de Baja California. (2021d). Reglamento General de Bibliotecas de la UABC. Gaceta Universitaria. https://bibliotecas.uabc.mx/wp-content/uploads/2021/02/10_REGL_BIBLIO-1.pdf

Universidad Nacional Autónoma de México. (2023). Proyecto de modificación del Plan y Programas de Estudio de la Licenciatura de Biología.
https://www.fciencias.unam.mx/sites/default/files/2024-06/Resumen_Ejecutivo_Biologia_FC21JUN24.pdf

Valle, G., Echemendía, D., & León, J. A. (2020). La conservación de la biodiversidad desde las prácticas de campo en la Licenciatura en Educación Biología. *EduSol*, 20(71), 100-117.
<https://www.redalyc.org/journal/4757/475764265008/475764265008.pdf>

Zarza, E. A. (2016). *La acreditación de las licenciaturas de las ciencias biológicas en México: avances y perspectivas*. Clave editorial.

Apéndices

Apéndice A. Cuestionario dirigido a empleadores para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de la Licenciatura en Biología

Estimado empleador:

En la Facultad de Ciencias de la UABC necesitamos identificar su satisfacción respecto a la formación profesional de los egresados de nuestra institución, así como la pertinencia del plan de estudios ante las demandas laborales.

La información que nos proporcione en este cuestionario es estrictamente confidencial, misma que será de utilidad para realizar cambios en el plan de estudios vigente y con ello incidir en la mejora de la formación profesional que ofrecemos. Le pedimos que responda de manera honesta y objetiva.

Agradecemos su participación

Instrucciones: Seleccione la opción de respuesta que corresponda a su situación.

I. Datos generales

1.1 Seleccione su sexo

☐

a) Femenino

☐

b) Masculino

1.2 Seleccione su edad

☐

a) 25 años o menos

☐

c) Entre 31 y 35 años

☐

e) Entre 41 y 45 años

☐

g) Entre 51 y 55 años

☐

b) Entre 26 y 30 años

☐

d) Entre 36 y 40 años

☐

f) Entre 46 y 50 años

☐

h) 56 años o más

1.3 Seleccione su máximo nivel de estudios que ha adquirido

☐

a) Licenciatura o ingeniería

☐

c) Doctorado

☐

b) Maestría

☐

d) Postdoctorado

1.4 Su empresa u organización pertenece al sector:

☐

a) Público

☐

c) Privado

☐

b) Privado sin ánimo de lucro (Asociación)

☐

d) Otro, especifique:

1.5 Indique el nombre de la empresa y organización:

1.6 Lugar donde se ubica el centro de trabajo

Municipio: _____ Estado: _____ País: _____

1.7 Indique su cargo

actual:

1.8 Refiera el tamaño de la empresa u organización:

☐

a) Micro (1 a 10 empleados)

☐

b) Pequeña (De 11 a 50 empleados)

- ☐ c) Mediana (De 51 a 250 empleados) ☐ d) Empresa grande (Más de 250 empleados)
- ☐ e) No aplica

1.9 Indique la cantidad aproximada de egresados de la UABC de la carrera en Licenciatura en Biología que prestan servicio social profesional, realizan prácticas profesionales o proyectos de vinculación en su empresa u organización:

- ☐ a) de 1 a 3 ☐ b) de 4 a 6 ☐ c) de 6 a 9
- ☐ d) de 9 a 11 ☐ e) más de 11

II. Pertinencia del plan de estudios

2.1 Indique qué nivel de estudios requiere la empresa u organización de los egresados de la carrera en Licenciatura en Biología (seleccione todos los que aplique):

- ☐ a) Licenciatura ☐ b) Maestría
- ☐ c) Doctorado ☐ d) Posdoctorado

2.2 ¿Qué tan relevante es que los egresados de la carrera en Licenciatura en Biología manejen y dominen el idioma inglés para la relación del ejercicio profesional que realizan en Biología empresa u organización?

- ☐ a) Totalmente relevante ☐ b) Relevante
- ☐ c) Medianeramente relevante ☐ d) Poco relevante
- ☐ e) Irrelevante ☐

2.3 Indique la importancia que tienen para la empresa u organización las siguientes actitudes y valores para que los egresados de la Licenciatura en Biología desempeñen de manera óptima su trabajo:

Marca tu opción de respuesta para cada enunciado

	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Autonomía en el trabajo	☐	☐	☐	☐
Respeto a la diversidad cultural	☐	☐	☐	☐
Respeto a la autoridad	☐	☐	☐	☐
Buena actitud para afrontar nuevos retos	☐	☐	☐	☐
Responsable con el equipo y la organización del tiempo	☐	☐	☐	☐
Liderazgo en los equipos de trabajo	☐	☐	☐	☐
Cumplir con las metas del trabajo	☐	☐	☐	☐
Puntualidad en el trabajo	☐	☐	☐	☐
Incrementar la competitividad de la empresa	☐	☐	☐	☐
Facilidad para combinar trabajo y familia	☐	☐	☐	☐
Oportunidad de aprender cosas nuevas	☐	☐	☐	☐

2.4 ¿En cuáles de los siguientes aspectos considera que los egresados de la carrera en Licenciatura en Biología que trabajan en su empresa u organización tienen dominados y cuáles les falta mejorar?

Marca tu opción de respuesta

Dominan Les falta mejorar

Sistemas biológicos		
Sistemas ambientales		
Uso sustentable de los componentes de la biodiversidad		
Desarrollo biotecnológico		
Agentes que impactan al ambiente		

2.5 Refiera en qué medida los egresados de la carrera en Licenciatura en Biología manifiestan en la realización de su trabajo, los siguientes valores:

Marca tu opción de respuesta para cada enunciado

Nada	Poco	Bastante	Mucho

Respeto
Empatía
Justicia
Honradez
Responsabilidad
Lealtad
Puntualidad
Flexibilidad
Tolerancia
Tenacidad
Solidaridad
Perseverancia
Conciencia ambiental y de sustentabilidad

Indique qué tan de acuerdo se encuentra con las siguientes afirmaciones:

2.6 La formación profesional de los egresados de la carrera en Licenciatura en Biología es acorde a las demandas del mercado laboral actual:

- | | |
|--|---|
| ☐ a) Totalmente de acuerdo | ☐ b) De acuerdo |
| ☐ c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo | ☐ d) En desacuerdo |
| ☐ e) Totalmente en desacuerdo | |

Si está en desacuerdo, indique el por qué:

2.7 La formación profesional de los egresados de la carrera en Licenciatura en Biología es acorde a las demandas del mercado laboral futuro:

- ☐ a) Totalmente de acuerdo
☐ c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ e) Totalmente en desacuerdo

- ☐ b) De acuerdo
☐ d) En desacuerdo

Si está en desacuerdo, indique el por qué: _____

2.8 Los egresados que laboran en su empresa u organización cumplen con el perfil de egreso de la carrera:

El egresado de la **Licenciatura en Biología** es un profesional capacitado para realizar investigación científica, desarrollar tecnologías y gestionar el conocimiento de los sistemas biológicos y ambientales. Ello implica que el Licenciado en Biología será competente para:

1. Evaluar y diseñar programas y proyectos, mediante métodos apropiados para la conservación y uso sustentable de los componentes de la biodiversidad, en sus diferentes escalas espaciales y temporales, mostrando una actitud responsable y honesta.
2. Diseñar y gestionar de forma inter y multidisciplinaria programas y proyectos de desarrollo biotecnológico considerando el marco legal respectivo y la aplicación de la metodología científica apropiada que contribuya a la solución de problemas ambientales, de salud y de seguridad alimentaria, con responsabilidad ambiental y social.
3. Diseñar y gestionar programas y proyectos orientados a prevenir y controlar agentes que impactan al ambiente, mediante la aplicación de la metodología científica y bajo el marco legislativo vigente, para contribuir a la solución de problemas ambientales con responsabilidad social y tolerancia con un enfoque interdisciplinario.

- ☐ a) Totalmente de acuerdo
☐ c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ e) Totalmente en desacuerdo

- ☐ b) De acuerdo
☐ d) En desacuerdo

Si está en desacuerdo, indique el por qué: _____

2.9 Considero que los egresados en la carrera de Licenciatura en Biología tienen un nivel de formación en:

Marca tu opción de respuesta para cada enunciado

	Pésimo	Deficiente	Mejorable	Aceptable	Excelente
Conocimientos teóricos	☐	☐	☐	☐	☐
Habilidades prácticas	☐	☐	☐	☐	☐
Competencias contextualizadas al campo laboral	☐	☐	☐	☐	☐

III. Desempeño laboral

3.1 Actualmente, ¿en su empresa se ofrece un programa de capacitación previo a la contratación de los egresados de la carrera en Licenciatura en Biología?

- ☐ a) Sí

- ☐ b) No

3.2 En la actualidad, considera que la demanda de la carrera en Licenciatura en Biología es:

- ☐ a) Alta ☐ b) Media ☐ c) Baja

3.3 En el futuro, considera que la demanda de la carrera en Licenciatura en Biología será:

- ☐ a) Alta ☐ b) Media ☐ c) Baja

3.4 ¿En qué medida, el trabajo actual requiere más conocimientos y habilidades de los egresados de la carrera en Licenciatura en Biología?

- ☐ a) Nada ☐ b) Poco
☐ c) Bastante ☐ d) Mucho

3.5 En general, indique su grado de satisfacción con el trabajo que los egresados de la carrera en Licenciatura en Biología desempeñan en la empresa u organización:

- ☐ a) Muy insatisfecho ☐ b) Insatisfecho
☐ c) Ni satisfecho ni insatisfecho ☐ d) Satisfecho
☐ Muy satisfecho

Por favor, agregue todos los comentarios o sugerencias que, en su opinión, pueden ser de utilidad para favorecer la formación profesional de excelencia de los estudiantes del programa educativo:

Si desea recibir un resumen de los resultados, por favor escriba su correo electrónico:

Apéndice B. Cuestionario dirigido a egresados para retroalimentar la evaluación externa e interna del programa educativo de la Licenciatura en Biología

Estimado egresado de la Facultad Ciencias. Le informamos que la UABC desea identificar su percepción y satisfacción respecto a la formación profesional recibida.

La información que nos proporcione en este cuestionario es estrictamente confidencial, misma que será de utilidad para realizar cambios en el plan de estudios vigente y con ello incidir en la mejora de la formación profesional que ofrecemos. Le pedimos que respondas de manera honesta y objetiva.

Agradecemos su participación

Instrucciones: Seleccione la opción de respuesta que corresponda a su situación.

I. Datos generales

1.1 Seleccione su sexo:

☐

a) Femenino

☐

b) Masculino

1.2 Seleccione su edad:

☐

a) 25 años o menos

☐

c) Entre 31 y 35 años

☐

e) Entre 41 y 45 años

☐

g) Entre 51 y 55 años

☐

b) Entre 26 y 30 años

☐

d) Entre 36 y 40 años

☐

f) Entre 46 y 50 años

☐

h) 56 años o más

1.3 Seleccione su nacionalidad:

☐

a) Mexicana

☐

b) Extranjero, especifique: _____

1.4 Lugar de residencia actual:

☐

a) Baja California

☐

c) Fuera de México, especifique: _____

☐

b) Otro estado de la república mexicana

1.5 Señale su estado civil actual:

☐

a) Casado(a)

☐

c) Divorciado(a)

☐

b) Soltero(a)

☐

d) Unión libre

1.6 ¿Tiene hijos?

☐

a) Sí

☐

b) No

En caso de sí tener hijos, mencione cuántos: _____

1.7 Indique el año de ingreso a la UABC: _____

1.8 Indique el año de egreso a la UABC: _____

1.9 Correo electrónico: _____

II. Experiencia laboral

2.1 ¿Se encuentra trabajando actualmente?

☐

a) Sí

☐

b) No

2.2 Si actualmente se encuentra trabajando, indique su situación:

- ☐ a) En mi trabajo ejerzo mi carrera
☐ b) Mi trabajo no tiene que ver con mi carrera

2.3 Si actualmente no se encuentra trabajando, indique la razón:

- ☐ a) No tengo necesidad de trabajar
☐ b) No he encontrado un trabajo acorde a la carrera que tengo desde que me gradué
☐ c) Actualmente estoy buscando

Otra (especifique): _____

Nota: Si no está trabajando, pase a la sección “Experiencia académica y expectativas profesionales”

2.4 ¿Trabaja desde que terminó su carrera?

- ☐ a) Sí ☐ b) No

2.5 Señale su modalidad de trabajo:

- ☐ a) Trabajo por mi cuenta; es decir, de manera independiente
☐ b) Trabajo como empleado en una empresa o institución

2.6 Señale el sector económico al que pertenece la empresa o institución en que trabaja:

- | | |
|---|---|
| ☐ Alimentos y bebidas | ☐ Educación |
| ☐ Investigación | ☐ Gobierno |
| ☐ Industria vitivinícola | ☐ Comercio |
| ☐ Servicios profesionales y técnicos | ☐ Productor independiente |
| ☐ Medios de comunicación | ☐ Otro, especifique: _____ |

2.7 Señale el régimen jurídico de la empresa/institución en que trabaja:

- ☐ a) Público ☐ b) Privado

2.8 Indique el nombre de la empresa, organización o institución en la que trabaja (como empleado o de manera independiente) y describa brevemente las actividades que realiza:

2.9 Indique su ingreso mensual neto actual (incluyendo bonos y prestaciones):

- | | |
|---|---|
| ☐ a) Entre 5,000 y 8,000 pesos | ☐ b) Entre 9,000 y 12,000 pesos |
| ☐ c) Entre 13,000 y 16,000 pesos | ☐ d) Entre 17,000 y 20,000 pesos |
| ☐ e) Más de 20,000 pesos | |

2.10 Indique si el ingreso que percibe es suficiente para cubrir sus necesidades:

- ☐ a) Sí ☐ b) No

2.11 Señale el tipo de contratación que tiene en su trabajo actual:

- | | |
|--|---|
| ☐ a) Por tiempo indeterminado | ☐ b) Por obra/proyecto determinado |
| ☐ c) Por tiempo determinado | ☐ d) Otro, especifique: _____ |

2.12 Indique el número de horas que labora a la semana:

- | | |
|---|---|
| ☐ a) Menos de 40 horas | ☐ b) Entre 40 y 48 horas |
| ☐ c) Más de 48 horas | |

2.13 ¿Cuántos años tiene laborando en su trabajo actual?

- ☐ a) Menos de 1 año
☐ c) Entre 4 y 6 años
☐ e) Más de 10 años

- ☐ b) Entre 1 y 3 años
☐ d) Entre 7 y 10 años

2.14 ¿En qué medida coincide su actividad laboral con sus estudios de licenciatura?

- ☐ a) Mucho
☐ c) Poco
☐ b) Parcialmente
☐ d) Muy poco

2.15 ¿Tienes posibilidades de ascenso en tu trabajo?

- ☐ a) Sí
☐ c) No estoy seguro
☐ b) No

2.16 Una vez que egresó de la carrera, ¿en cuánto tiempo obtuvo su primer empleo profesional?

- ☐ a) Menos de 1 año
☐ c) Entre 3 y 4 años
☐ b) Entre 1 y 2 años
☐ d) 5 años o más

2.17 En su opinión, ¿cuál es el nivel de estudios más adecuado para su trabajo actual?

- ☐ a) No es necesario tener estudios universitarios
☐ c) Maestría
☐ b) Licenciatura
☐ d) Doctorado

III. Experiencia académica y expectativas profesionales

3.1 Actualmente, ¿cuál es su condición de egreso de la licenciatura?

- ☐ a) Titulado

Indique el medio por el que se tituló: Promedio (automático)

CENEVAL

Otro, especifique:

- ☐ b) Aún no obtengo mi título

Especifique la razón:

3.2 ¿Conoce los requisitos y opciones de titulación?

- ☐ a) Sí
☐ b) No
☐ c) No por completo

3.3 Actualmente, ¿tiene planes estudiar algún posgrado?

- ☐ a) Sí
☐ b) No

3.4 Actualmente, ¿qué nivel de manejo tiene del idioma inglés?

- ☐ a) Alto
☐ d) Muy bajo
☐ b) Intermedio
☐ e) Nulo
☐ c) Bajo

3.5 ¿Domina otro idioma distinto al inglés y español?

☐

a) Sí

Indique cuál:

☐

b) No

3.6 ¿Ha recibido algún reconocimiento o distinción durante su ejercicio profesional?

☐

a) Sí

Indique cuál:

☐

b) No

3.7 Actualmente, ¿pertenece a alguna asociación o colegio de su gremio profesional?

☐

a) Sí

Indique cuál:

☐

b) No

3.8 ¿Ha residido en el extranjero por motivos de estudio o trabajo?

☐

a) Sí, por motivos de trabajo

☐

b) Sí, por motivos de estudio

☐

c) No

IV. Formación académica y profesional

4.1 ¿Cómo calificaría el servicio que le brindó la Coordinación de Servicio Social de la escuela durante su formación profesional?

☐

a) Muy bueno

☐

b) Bueno

☐

c) Regular

☐

d) Malo

☐

e) Muy malo

4.2 ¿Considera que el servicio social comunitario fortaleció su formación valoral? Es decir, ¿puso en práctica valores como la justicia, libertad, solidaridad, convivencia y respeto?

☐

a) Sí

☐

b) Parcialmente

☐

c) No

☐

d) No estoy seguro

4.3 ¿Considera que, en las actividades de servicio social profesional que realizó, aplicó los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que hasta entonces había adquirido en su formación profesional?

☐

a) Sí

☐

b) Parcialmente

☐

c) No

☐

d) No estoy seguro

4.4 ¿El trabajo que desempeña actualmente tiene relación con su servicio social profesional?

☐

a) Sí

☐

b) No

4.5 ¿Se presentaron los programas de prácticas profesionales y el reglamento de las mismas antes de tomar su decisión sobre dónde realizarlas?

☐

a) Sí

☐

b) No

☐

c) No me acuerdo

4.6 ¿La unidad receptora donde realizó sus prácticas profesionales ya contaba con un convenio con la escuela?

☐

a) Sí

☐

b) No

4.7 ¿Cómo calificaría su experiencia dentro del programa de prácticas profesionales donde las llevó a cabo?

☐

a) Muy buena

☐

b) Buena

☐

c) Regular

☐

d) Mala

☐

e) Muy mala

4.8 ¿Cómo calificaría el servicio que se brindó por parte de la persona encargada de prácticas profesionales de la escuela?

☐

a) Muy bueno

☐

b) Bueno

☐

c) Regular

☐

d) Malo

☐

e) Muy malo

4.9 ¿Considera que la unidad donde realizó sus prácticas profesionales le ayudó a especializarse en el área de su interés?

☐

a) Sí

☐

b) No

4.10 Durante sus estudios, ¿participó en algún estudio de investigación o de desarrollo tecnológico?

☐

a) Sí

☐

b) No

4.11 ¿Realizó alguna acción o actividad de movilidad estudiantil?

☐

a) Sí

☐

b) No

4.12 En la etapa terminal de su carrera, ¿participó en algún proyecto de vinculación con valor en créditos?

☐

a) Sí

☐

b) No

4.13 En caso de haber participado en un proyecto de vinculación en créditos, indique qué tan importante fue para su formación integral:

☐

a) Muy importante

☐

b) Importante

☐

c) Poco importante

☐

d) Nada importante

4.14 Durante sus estudios, ¿participó en ayudantías o estancias de investigación?

☐☐

4.15 Durante su formación profesional, ¿considera que se fomentó el emprendedurismo?

☐

a) No sabía que el emprendedurismo era parte de mi formación

☐

b) No se fomentó

- | | |
|---|--|
| ☐ c) Se fomentó poco | ☐ d) Se fomentó, pero de manera limitada |
| ☐ e) Sí se fomentó | ☐ f) No tengo idea de qué es el emprendedurismo |

4.16 ¿Considera que, para el ejercicio de su carrera profesional, el perfil de emprendedor es relevante?

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ☐ a) Sí | ☐ b) No |
|--------------------------------|--------------------------------|

4.17 ¿Considera que el nivel de inglés que se le exigió en tu carrera es acorde al que se demanda en el campo laboral de su profesión?

- | | |
|--|---|
| ☐ a) Totalmente de acuerdo | ☐ b) De acuerdo |
| ☐ c) Ni en acuerdo ni en desacuerdo | ☐ d) En desacuerdo |
| ☐ e) Totalmente en desacuerdo | |

4.18 Seleccione el tipo de actividades en las que participó durante su formación en la carrera:

- | | |
|---|---|
| ☐ a) Cursos y talleres culturales | ☐ b) Cursos deportivos |
| ☐ c) Cursos para el aprendizaje de un idioma | ☐ d) No participé en ninguno |

4.19 Durante su formación en la carrera, ¿participó en actividades en las que haya tenido la oportunidad de reflexionar sobre sus valores y su importancia para la convivencia social?

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ☐ a) Sí | ☐ b) No |
|--------------------------------|--------------------------------|

4.20 En qué medida, ¿las actividades para fomentar los valores en las que participó durante la carrera le han resultado útiles para la conformación de su proyecto de vida?

- | | |
|---|---|
| ☐ a) Muy útiles | ☐ b) Bastante útiles |
| ☐ c) Poco útiles | ☐ d) Nada útiles |

4.21 En caso de que haya participado en alguna actividad cultural artística, recreativa o deportiva durante su formación en la carrera, valore cómo fue su experiencia:

- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| ☐ a) Muy buena | ☐ b) Buena | ☐ c) Regular |
| ☐ d) Mala | ☐ e) Muy mala | |

4.22 Indique qué tan satisfecho (a) se encuentra respecto al programa de tutoría académica que recibió durante su carrera:

- | | |
|---|--|
| ☐ a) Totalmente satisfecho | ☐ b) Satisfecho |
| ☐ c) Ni satisfecho ni insatisfecho | ☐ d) Insatisfecho |
| ☐ e) Totalmente insatisfecho | ☐ f) No tengo bases para opinar; no participé en ninguna actividad de tutoría o no identifiqué a mi tutor |

4.23 Indique qué tan satisfecho (a) se encuentra respecto a la orientación educativa o psicopedagógica que recibió durante su carrera:

☐	a) Totalmente satisfecho	☐	b) Satisfecho
☐	c) Ni satisfecho ni insatisfecho	☐	d) Insatisfecho
☐	e) Totalmente insatisfecho	☐	f) No tengo bases para opinar; no participé en ninguna actividad de tutoría o no identifiqué a mi tutor

4.24 Seleccione y clasifique las tres materias de la etapa básica que le han resultado más útiles y las tres menos útiles para su desempeño profesional

Listado de materias de la etapa básica	Opciones de respuesta	
	Más útiles	Menos útiles
Química		
Medio Ambiente y Sociedad		
Cálculo		
Química Orgánica		
Invertebrados		
Fisicoquímica		
Matemáticas		
Comunicación Oral y Escrita		
Microbiología		
Ética		
Micología y Líquenes		
Geociencias		
Biología		
Metodología de la Investigación		
Fundamentos de Cartografía y Sistemas de Información Geográfica		
Estadística		
Biología Vegetal		
Física		

4.25 Seleccione y clasifique las tres materias de la etapa disciplinar que le han resultado más útiles y las tres menos útiles para su desempeño profesional

Listado de materias de la etapa disciplinar	Opciones de respuesta	
	Más útiles	Menos útiles
Artrópodos		
Bioquímica		
Ecología de Comunidades		
Fisiología Animal		
Genética de Poblaciones y Cuantitativa		
Ornitología (optativa)		
Inmunología Básica (optativa)		
Ecología del Plancton (optativa)		
Biología Celular		
Ecología de Poblaciones		

Flora y Vegetación		
Biología del Desarrollo		
Ictiología (optativa)		
Ecología Intermareal (optativa)		
Botánica Económica (optativa)		
Geobotánica (optativa)		
Ficología y Briofitas		
Biología de Cordados		
Genética		
Morfología y Fisiología Vegetal		
Biología de la Conservación (optativa)		
Histología Básica y Aplicada (optativa)		
Técnicas en Biología Molecular (optativa)		

4.26 Seleccione y clasifique las tres materias de la etapa terminal que le han resultado más útiles y las tres menos útiles para su desempeño profesional

Listado de materias de la etapa terminal	Opciones de respuesta	
	Más útiles	Menos útiles
Biogeografía		
Evolución		
Biotecnología		
Manejo y Conservación		
Política Ambiental		
Prácticas Profesionales		
Emprendedores (optativa)		
Negocios Tecnológicos (optativa)		
Introducción a Energías Renovables (optativa)		
Bioestadística (optativa)		
Ecología Evolutiva (optativa)		
Elaboración y Gestión de Proyectos (optativa)		
Inmunología Avanzada (optativa)		
Negocios Biotecnológicos (optativa)		
Organismos Genéticamente Modificados (optativa)		
Sistemática y Biología de Crustácea (optativa)		
Ecología Molecular (optativa)		
Diagnóstico Molecular (optativa)		
Herpetología (optativa)		
Neurotoxicología (optativa)		
Evolución Molecular (optativa)		
Impacto Ambiental (optativa)		
Limnología (optativa)		

4.27 ¿Considera que la formación interdisciplinaria es útil para el desempeño de su profesión?

☐
☐

a) Totalmente de acuerdo

c) Ni en acuerdo ni en desacuerdo

☐
☐

b) De acuerdo

d) En desacuerdo

☐ e) Totalmente en desacuerdo

4.28 Considero que gracias a mi carrera tengo una buenabase para:	Opciones de respuesta				
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Empezar a trabajar					
Aprender en el trabajo					
Realizar las tareas de tu trabajo actual					
Mejorar tus perspectivas profesionales					
Mejorar tu desarrollo personal					

4.29 Considero que en micarrera	Opciones de respuesta				
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Había que trabajar o estudiar mucho para aprobar lasasignaturas					
El enfoque del plan de estudios es general					
El enfoque del plan de estudios es especializado					
Cuenta con prestigio académico					
La secuencia de las asignaturas o materias del plan de estudios es adecuada					
La proporción de teoría y práctica del programa educativo es adecuada					

4.30 ¿Qué sugerencias harías para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje?	Marca tu opción de respuesta para cada enunciado		
	Aumente	Disminuya	Siga igual
Que el número de horas clase...			
Que el número de horas de taller...			
Que el número de horas de laboratorio...			
Que el material de apoyo...			
Que la tecnología de la enseñanza...			
Que el área de tutorías...			
Otra (especifique)			

4.31 ¿En qué medida se hizo énfasis en tu carrera en los siguientes métodos de enseñanza y aprendizaje?	Marca tu opción de respuesta para cada enunciado				
	Mucho	Bastante	Poco	Muy poco	Nada
Asistencia a clase					
Trabajos en grupo					
Participación en proyectos de investigación					
Prácticas en empresas, instituciones o similares					

Conocimientos prácticos y metodológicos
 Teorías, conceptos y paradigmas
 El profesor es la principal fuente de información
 Aprendizaje basado en proyectos o problemas
 Trabajos escritos
 Exposiciones orales
 Realización de exámenes de preguntas libres
 Realización de exámenes de opción múltiple

4.32 ¿Cómo considera la calidad del grupo de docentes que le dieron clases en su carrera?

☐	a) Muy buena	☐	b) Buena	☐	c) Regular
☐	d) Mala	☐	e) Muy mala		

4.33 En qué medida el plan de estudios ha contribuido en el desarrollo de tus...

Marca tu opción de respuesta para cada enunciado

Mucho Bastante Poco Muy poco Nada

Competencias profesionales

Competencia de liderazgo

Competencia para el trabajo en equipo

Capacidad para la resolución de conflictos

Habilidades de pensamiento crítico

Creatividad

4.34 ¿Conocía el perfil de egreso de su carrera?

☐	a) Sí	☐	b) No
--------------------------	-------	--------------------------	-------

4.35 Considero que los siguientes conocimientos que conforman el perfil de egreso de mi licenciatura son suficientes para el campo laboral en el que me desarrollo

Opciones de respuesta

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Sistemas biológicos					
Sistemas ambientales					
Uso sustentable de los componentes de la biodiversidad					
Desarrollo biotecnológico					
Agentes que impactan al ambiente					

4.36 Considero que las siguientes

Opciones de respuesta

--	--

habilidades que conforman el perfil de egreso de mi carrera,son suficientes para el campo laboral en el que me desarrollo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Solución de problemas					
Trabajo en equipo					
Detección de áreas de oportunidad					
Trabajo inter y multidisciplinario					

4.37 Considero que las siguientes actitudes y valores que conforman el perfil de egreso de mi licenciatura, son suficientes para el campo laboral en el que me desarrollo	Opciones de respuesta				
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Disponibilidad para el trabajo en equipo					
Emprendedor(a) y comprometido(a)					
Facilidad de adaptación al cambio					
Proactivo					

4.38 Del siguiente listado de habilidades, actitudes y valores que conforman el perfil de egreso de su carrera, seleccione los cinco que considera que más valora su empleador actual. En caso de no estar trabajando, seleccione los que cree que se valorarían más en el trabajo que desea tener:

Descripción de las habilidades, actitudes y valores	Selecciónalo marcando con una X
Liderazgo	
Trabajo en equipo	
Detección de áreas de oportunidad	
Vocación de servicio, facilidad de adaptación al cambio	
Disposición para el trabajo en equipo	
Emprendedor y comprometido Proactivo	
Proactivo	
Respeto	
Honestidad	
Asertividad	
Responsabilidad social	
Tolerancia	

4.39 Agradecemos el tiempo que ha dedicado para resolver este cuestionario y apreciamos cualquier opinión adicional que desee agregar y que ayude en la mejora de la formación profesional de la carrera de la cual egresó:

Apéndice C. Guion de entrevista a coordinadores:

1. Identificación de los organismos nacionales e internacionales que son referentes fundamentales para la formación en Biología.
2. Otros referentes teóricos (que describen la profesión y marcan la tendencia)
3. Qué organismos regulan la formación del Biología
4. Rankin de escuelas de Biología; IES públicas o privadas
5. Existe un referente nacional u organismos que marcan las tendencias (códigos de ética, entre otros)
6. ¿Existe EGEL?
7. ¿Existe examen interno?

Apéndice D. Cuestionario dirigido a académicos para retroalimentar la modificación del programa educativo de la Licenciatura en Biología

Estimado académico, le informamos que la UABC desea identificar su percepción respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje, la organización del plan de estudios, el proceso formativo y el perfil de egreso de las carreras en que presta su servicio.

La información que nos proporciones en este cuestionario es estrictamente confidencial, misma que será de utilidad para realizar cambios en el plan de estudios vigente y con ello incidir en la mejora de la formación profesional que ofrecemos. Te pedimos que respondas de manera honesta y objetiva.

I. Datos generales

Instrucciones: Seleccione la opción de respuesta que corresponda a su situación.

Seleccione su sexo

a) Femenino () b) Masculino ()

Seleccione su edad

a) 25 años o menos () b) Entre 26 y 30 años () c) Entre 31 y 35 años () d) Entre 36 y 40 años ()
e) Entre 41 y 45 años () f) Entre 46 y 50 años () g) Entre 51 y 55 años () h) 56 años o más ()

Seleccione su máximo nivel de estudios que ha adquirido

a) Licenciatura o ingeniería () b) Maestría () c) Doctorado () d) Postdoctorado ()

Actualmente, ¿en qué sector realiza su actividad profesional?

a) Público () b) Privado () c) Ambos ()

Indique los años de experiencia profesional con los que cuenta:

a) Entre 1 y 5 años () b) Entre 6 y 10 años () c) Entre 11 y 15 años ()
d) Entre 16 y 20 años () e) Mas de 20 años ()

Indique los años de experiencia como docente en UABC:

Desempeña alguna actividad relacionada con la organización académica de la escuela o facultad en la que labora en UABC

- a) No () b) Coordinador de carrera () c) Coordinador de una área del conocimiento ()
d) Coordinador del área básica () e) Coordinador de Formación Profesional y Vinculación ()
f) Coordinador de investigación () g) Técnico académico ()
h) Otro (especifique)_____

Actualmente, pertenece a alguna de las siguientes instancias (marque las que correspondan):

- a) Sí, a un colegio o asociación de mi gremio profesional ()
b) Sí, al Sistema Nacional de Investigadores de CONACYT ()
c) No ()

¿En qué medida conoce el programa educativo de la UABC?

- a) Nulamente () b) Poco () c) Regular () d) Completamente ()

En los últimos dos años, aproximadamente, ¿en cuántos cursos de formación pedagógica o didáctica ha participado?

- a) Ninguno () b) Entre 1 y 2 () c) Entre 3 y 5 () d) Entre 6 y 8 () e) Más de 8 ()

En los últimos tres años, ¿ha participado en el diseño de programas bajo el enfoque por competencias?

- a) Sí () b) No ()

Seleccione las opciones que reflejen la importancia que otorgas a tu trabajo como docente en UABC:

- a) Autonomía en el trabajo () b) Estabilidad laboral () c) Oportunidad de aprender cosas nuevas ()
d) Ingresos elevados () e) Afrontar nuevos retos () f) Buenas perspectivas profesionales ()
g) Tener tiempo para actividades de ocio y recreativas () h) Reconocimiento/prestigio social ()
i) Oportunidad de hacer algo útil para la sociedad () j) Facilidad para combinar trabajo y familia ()
k) Otro (especifique)_____

II. Proceso de enseñanza-aprendizaje

En mi experiencia, como docente de esta institución, considero que:	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El personal docente de apoyo es adecuado para lograr los objetivos de los contenidos de la (s) asignaturas que imparte					
El personal administrativo que brinda apoyo es adecuado para lograr los objetivos de los contenidos de la (s) asignaturas que imparte					
El acervo bibliográfico (libros, revistas, bases de datos electrónicas y tesis) son adecuados, ya que responden a los requerimientos de las asignaturas que imparto en la carrera					
El equipo de cómputo y software es adecuado, ya que responde a los requerimientos de las asignaturas que imparto en la carrera					
El Internet es adecuado, ya que responde a los requerimientos de las asignaturas que imparto en la carrera					
Los cañones de video son adecuados, ya que responden a los requerimientos de las asignaturas que imparto en la carrera					
El equipo de laboratorio adecuado ya que responde a los requerimientos de las asignaturas que imparto en la carrera					
Los salones de clases son adecuados, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios					
Los laboratorios son adecuados, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios					
Los talleres son adecuados, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios					
Las salas audiovisuales son adecuadas, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudio					
La biblioteca es adecuada, ya que permite lograr los objetivos del plan de estudios					
Las oficinas son adecuadas, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios					
La sala de consulta y atención a estudiantes son adecuadas, ya que permiten lograr los objetivos del plan de estudios					

En mi experiencia, como docente de esta institución, considero que:	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Cuento con el apoyo y asesoría para el desarrollo de actividades didácticas en las unidades de aprendizaje que imparto					

Tengo suficientes recursos didácticos o tecnológicos para el desarrollo de las unidades de aprendizaje que imparto					
Se han realizado los cambios y actualizaciones suficientes en los contenidos temáticos de las unidades de aprendizaje que imparto					
Se evalúa de manera sistemática mi trabajo					
Cuento con el apoyo de la coordinación del programa para la planificación y ejecución de los programas de las unidades de aprendizaje					
La coordinación del programa educativo otorga seguimiento y evaluación del cumplimiento de los contenidos temáticos de las asignaturas					
Las actividades de asesoría y apoyo académico para los estudiantes resultan adecuadas					
La coordinación del programa educativo adquiere de manera suficiente de recursos para el desarrollo de las actividades de enseñanza-aprendizaje					
La coordinación del programa educativo realiza actividades para la formación de equipos de trabajo por unidades de aprendizaje					
La coordinación del programa educativo contribuye en la capacitación pedagógica					
La coordinación del programa educativo contribuye en la capacitación científica o tecnológica en áreas específicas del plan de estudios					
Las asignaturas del plan de estudios son pertinentes, ya que se corresponden con el perfil de egreso de la carrera					
Los créditos y horas otorgadas a las unidades de aprendizaje son pertinentes					
En los grupos de clase, la cantidad de estudiantes es adecuada para el desarrollo de sus actividades didácticas					
La mayoría de los estudiantes cuentan con suficiente información respecto al perfil profesional y plan de estudios de sus carreras					
Se involucra a los estudiantes en actividades de vinculación y actividades de investigación					

Seleccione las formas de trabajo que suele planear para la impartición de sus clases:

Clases teóricas () Atención personalizada a los estudiantes () Seminarios-
talleres () Trabajo en grupo () Clases prácticas () Trabajo
autónomo e individual ()

Prácticas externas () Otro(s). Especifique _____

En sus clases, ¿en qué medida otorga valor o pone en práctica lo siguiente...?	Opciones de respuesta				
	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
Asistencia a clase					
Puntualidad					
Aprendizaje cooperativo					
Contrato de aprendizaje					
Participación en proyectos de investigación					
Método expositivo					
Estudios de caso					
Resolución de ejercicios y problemas					
Prácticas en empresas instituciones o similares					
Conocimientos prácticos y metodológicos					
Teorías, conceptos o paradigmas					
Aprendizaje orientado en proyectos					
Trabajos escritos					
Aprendizaje basado en problemas					
Exposiciones orales					
Aplicación de pruebas tipo test para medir el aprendizaje					
Aplicación de evaluaciones de preguntas abiertas					
Otro. Especifique _____					

De los siguientes materiales de apoyo y recursos, indique la frecuencia con la que los utiliza en sus clases	Opciones de respuesta				
	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
Ilustraciones					
Apuntes					
Pizarrón					
Pizarrón electrónico					
Presentaciones en Power Point o similares					
Estudio de casos concretos					
Material auditivo					
Material audiovisual					
Sitios de internet					
Consulta de bases de datos especializadas					
Otro. Especifique _____					

En mis clases, suelo programar actividades para fomentar que los estudiantes sean:	Opciones de respuesta				
	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
Disciplinados					
Propositivos					
Creativos					
Emprendedores					
Respetuosos					
Tolerantes					
Dispuestos al diálogo					
Dispuestos a aprender					
Responsables de su propio aprendizaje					
Abiertos al cambio					
Interesados en encontrar soluciones					
Interesados en superar sus limitaciones					
Interesados en lograr metas					
Sensibles a las manifestaciones del grupo					
Interesados en conocer nuevas formas de enseñanza utilizando las TIC					
Creativos para optimizar recursos					
Interesados por mantenerse informados mediante lectura de periódicos, revistas y libros de interés general					
Más participativos en asuntos de interés público					
Promotores de iniciativas benéficas para la colectividad					
Sensibles a los problemas ambientales					
Respetuosos a los derechos de autor					
Solidarios con los compañeros de clase					

III. Organización del plan de estudios

Como docente, respecto al plan de estudios actual, considero que:	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Es pertinente la secuencia de las asignaturas o materias					
Es adecuada la proporción de teoría y práctica					
Es pertinente la etapa de formación básica					
Es pertinente la etapa disciplinar					
Es pertinente la etapa terminal					
Es suficiente la oferta de asignaturas, ya que permite que los estudiantes elijan las que son de su interés					
Suelo satisfacer las necesidades de los estudiantes					

Suelo satisfacer las necesidades de la institución					
Suelo satisfacer las demandas del campo laboral					
Tiendo a satisfacer las demandas de los sectores productivos					
Me caracterizo por diversificar la formación de los estudiantes					
Me caracterizo por promover la formación integral					
Me caracterizo por promover conocimientos generales de naturaleza científica					
Cumplo con las demandas de la formación de graduados/egresados de la carrera					

Como docente, considero que el plan de estudios propicia o promueve:	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Conocimientos generales de naturaleza científica					
Conocimientos generales de naturaleza humanística					
Los espacios curriculares necesarios para el desarrollo de la habilidad para la comunicación oral, escrita y/o gráfica en español					
Los espacios curriculares necesarios para el desarrollo de la habilidad para la comunicación oral, escrita y/o gráfica en inglés					
Conocimientos técnicos de la disciplina					
Conocimientos teóricos amplios y actualizados del campo profesional					
Capacidad analítica y lógica					
Desarrollo del pensamiento crítico					
Toma de decisiones y resolución de problemas					
Capacidad para aplicar conocimientos adquiridos durante la carrera					
Los espacios curriculares para el desarrollo de la autonomía					
Habilidad para el manejo de métodos y técnicas de trabajo en su área profesional					
Los espacios curriculares para utilizar las TIC					
Espacios curriculares para la formación de los valores universales					

Del siguiente listado de conocimientos (que conforman el perfil de egreso de la carrera en la cual imparte clases) señale qué tan pertinente es que el estudiante los domine para un adecuado ejercicio profesional	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Nada pertinente	Poco pertinente	Pertinente	Totalmente pertinente
Sistemas biológicos					
Sistemas ambientales					
Uso sustentable de los componentes de la biodiversidad					
Desarrollo biotecnológico					
Agentes que impactan al ambiente					

Del siguiente listado de habilidades (que conforman el perfil de egreso de la carrera en la cual imparte clases) señale qué tan pertinente es que los estudiantes cuenten con ellas para un adecuado ejercicio profesional	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Nada pertinente	Poco pertinente	Pertinente	Totalmente pertinente
Detección de áreas de oportunidad					
Solución de problemas					
Trabajo en equipo					
Trabajo inter y multidisciplinario					

Del siguiente listado de actitudes (que conforman el perfil de egreso de la carrera en la cual imparte clases) señale qué tan pertinente es que los estudiantes cuenten con ellas para un adecuado ejercicio profesional	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Nada pertinente	Poco pertinente	Pertinente	Totalmente pertinente
Facilidad de adaptación al cambio					
Disponibilidad para el trabajo en equipo					
Emprendedor(a) y comprometido(a)					
Proactivo(a)					

Del siguiente listado de valores (que conforman el perfil de egreso de la carrera en la cual imparte clases) señale qué tan pertinente es que los estudiantes cuenten con ellos para un adecuado ejercicio profesional	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Nada pertinente	Poco pertinente	Pertinente	Totalmente pertinente
Responsabilidad					
Honestidad					
Asertividad					
Responsabilidad social					
Tolerancia					

Como docente, considero que el perfil de egreso de la carrera en la cual participo corresponde o atiende:	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<i>Sector público:</i>					
Dependencias del gobierno.					
Organismos descentralizados.					
Administración ambiental.					
Sector salud.					
Desarrollo urbano.					
Sector agropecuario.					
Comercio y fomento industrial.					
Industrias paraestatales.					
Docencia.					
<i>Sector privado:</i>					
Sector Salud.					
Ambiente industrial.					
Consultorías ambientales.					
Piscicultura.					
Silvicultura.					
Cinegética.					
Agropecuaria.					
Recursos naturales.					
Biotechnología.					
Farmacéutica.					
Alimentos.					
Sistemas de Información Geográfica.					
Docencia.					
<i>Forma independiente:</i>					
Investigación de métodos para el aprovechamiento de recursos naturales.					
Investigación en biomedicina.					
Consultor ambiental.					
Perito ambiental.					
Consultor industrial.					
Docencia.					
Agroindustria.					

Piscicultura.					
Cinegética.					

De las competencias que conforman el perfil de egreso de la carrera en la cual imparte clases, seleccione y clasifique las tres que, desde su opinión, comprenden puntos fuertes y otras tres que considere puntos débiles en la formación que los estudiantes están recibiendo o han recibido en su carrera	Puntos fuertes	Puntos débiles	No tengo bases para opinar
Evaluar y diseñar programas y proyectos, mediante métodos apropiados para la conservación y uso sustentable de los componentes de la biodiversidad, en sus diferentes escalas espaciales y temporales, mostrando una actitud responsable y honesta.			
Diseñar y gestionar de forma inter y multidisciplinaria programas y proyectos de desarrollo biotecnológico considerando el marco legal respectivo y la aplicación de la metodología científica apropiada que contribuya a la solución de problemas ambientales, de salud y de seguridad alimentaria, con responsabilidad ambiental y social.			
Diseñar y gestionar programas y proyectos orientados a prevenir y controlar agentes que impactan al ambiente, mediante la aplicación de la metodología científica y bajo el marco legislativo vigente, para contribuir a la solución de problemas ambientales con responsabilidad social y tolerancia con un enfoque interdisciplinario.			

De la siguiente lista, seleccione las principales causas que impide que los estudiantes alcancen el perfil de egreso:

- A los estudiantes no les interesa el programa
- La selección de ingreso es inadecuada
- Los estudiantes tienen un rendimiento o implicación en su aprendizaje deficiente
- Actitudes paternalistas por parte de los docentes o de las autoridades educativas
- Los créditos obligatorios son insuficientes
- Falta de actualización del profesorado
- Falta de integración de unidades de aprendizaje
- El programa educativo actual no forma a los estudiantes para cubrir el perfil
- Otras (especifique) _____

Como docente, considero que:	Opciones de respuesta				
	No tengo bases para opinar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La formación valoral que reciben los estudiantes en su carrera promueve que conformen sus proyectos de vida					
El nivel y formación que se exige en el plan de estudios respecto al idioma inglés es suficiente de acuerdo con las demandas laborales del campo profesional de la carrera					

Las actividades culturales, deportivas, formativas y competitivas que ofrece el programa educativo son suficientes para incidir en la formación integral de los estudiantes					
La función del tutor beneficia la formación académica de los estudiantes					
El servicio social contribuye positivamente en la formación profesional de los estudiantes					
La movilidad estudiantil nacional o internacional son experiencias que contribuyen a la formación profesional de los estudiantes					
Los programas y acciones que emprende el Departamento de Orientación Educativa y Psicopedagógica beneficia el proceso formativo de los estudiantes					

Por favor, agregue todos los comentarios que considere necesarios para mejorar, ya sea el plan de estudios, las condiciones del docente para un mejor desempeño o la formación profesional del estudiante:

Apéndice E. Cuestionario dirigido a estudiantes para retroalimentar la modificación del programa educativo de licenciatura

Estimado estudiante de la Facultad Ciencias, la UABC desea determinar en qué medida identificas los atributos del plan de estudios de la Licenciatura en Biología, así como tu experiencia y satisfacción respecto a tu proceso formativo.

La información que nos proporciones en este cuestionario es estrictamente confidencial y, por lo tanto, anónima. Esta será de utilidad para realizar cambios en el plan de estudios vigente y con ello incidir en la mejora de la formación profesional que ofrecemos. Te pedimos que respondas de manera honesta y objetiva.

I. Datos generales

Instrucciones: Seleccione la opción de respuesta que corresponda a su situación.

Seleccione tu sexo

a) Femenino () b) Masculino () No especificado () Prefiero omitir esta pregunta ()

Selecciona tu edad

a) Menos de 18 años () b) 18 años () c) 19 años () d) 20 años () e) 21 años () f) 22 años () g) 23 o más años ()

Indica el semestre que estas cursando o acabas de cursar:

a) Primero () b) Segundo () c) Tercero () d) Cuarto () e) Quinto () f) Sexto () g) Séptimo () h) Octavo ()
i) Otro (especifique) _____

¿Trabajas actualmente?

a) Sí () b) No ()

Señala tu modalidad de trabajo:

a) Trabajo por mi cuenta () b) Trabajo como empleado ()

8. Señala tu estado civil actual

a) Casado (a) () b) Soltero (a) () c) Unión libre ()

II. Organización del plan de estudios

¿Sabes por qué, como estudiante de la UABC, debes participar en actividades de aprendizaje relacionadas con la investigación o desarrollo tecnológico?

- a) Sí () b) No ()

¿Has participado en alguna actividad dentro o fuera del salón de clases relacionada con investigación o desarrollo tecnológico?

- a) Sí () b) No () c) No estoy segura (o)

¿Qué tan importante consideras para tu formación profesional contar con un perfil emprendedor?

- a) Muy importante b) Importante () c) Poco importante d) Muy poco importante
d) Nada importante

¿Consideras que durante tu formación profesional se ha fomentado el emprendedurismo?

- a) No sabía que el emprendedurismo era parte de mi formación () b) Para nada se ha fomentado () c) Se ha fomentado poco (a) d) Sí se ha fomentado, pero de manera limitada ()
e) Sí se ha fomentado () f) No tengo idea de qué es el emprendedurismo ()

¿Consideras que el orden en que se imparten las asignaturas a lo largo de tu carrera es adecuado?

- a) Totalmente adecuado () b) Adecuado () c) Poco adecuado () d) Muy poco adecuado ()

Responde los siguientes enunciados	Marca tu opción de respuesta para cada enunciado		
	Sí	No	No estoy seguro (a)
Se me brindó información sobre movilidad estudiantil			
Identifico al personal del área de movilidad estudiantil			
Se me brindó información sobre la convocatoria de intercambio estudiantil			
Se me brindó información sobre la movilidad estudiantil interna para cursar materias en otras unidades académicas o campus de la universidad			
He participado en movilidad estudiantil interna; es decir, en mi universidad			
He participado en movilidad estudiantil en otras universidades			
Tengo expectativas de participar en movilidad estudiantil interna			
Tengo expectativas de participar en intercambio estudiantil			
Sé para qué es importante la movilidad estudiantil			
Participo o he participado en una actividad de movilidad estudiantil fuera de mi universidad y he adquirido competencias para adaptarme a un entorno lingüístico, cultural o profesional diferente al mío			

Responde los siguientes enunciados	Marca tu opción de respuesta para cada enunciado		
	Sí	No	No estoy seguro (a)

Se me brindó información sobre los proyectos de vinculación que se ofertan en mi escuela			
Identifico al personal responsable de proyectos de vinculación			
Identifico los proyectos de vinculación que mi escuela o facultad tienen con otras instituciones o empresas.			
He participado en proyectos de vinculación			
Tengo expectativas de participar en algún proyecto de vinculación			
Sé para qué es importante participar en proyectos de vinculación			
Estoy participando o he participado en proyectos de vinculación y considero que he aplicado mis conocimientos y habilidades en ambientes reales			
Estoy participando o he participado en proyectos de vinculación y he contado con la asesoría, supervisión y evaluación docente			

Responde los siguientes enunciados	Marca tu opción de respuesta para cada enunciado		
	Sí	No	No estoy seguro (a)
Se me brindó información sobre los programas ofertados donde puedo realizar mis prácticas profesionales			
Identifico el objetivo de realizar prácticas profesionales			
Identifico al personal responsable de prácticas profesionales			
Identifico los lineamientos generales de prácticas profesionales de mi escuela o facultad			
Sé cuál es la cantidad de créditos requeridos para poder realizar las prácticas profesionales			
Ya he realizado mis prácticas profesionales o las estoy realizando y he adquirido competencias para intervenir en la solución de problemas prácticos de la realidad profesional			

III. Ejes transversales del proceso formativo

¿Identificas los valores institucionales de la UABC?

a) Sí () b) No ()

Hasta el momento, ¿has participado en algún tipo de actividad en la que hayas tenido la oportunidad de reflexionar sobre tus valores y su importancia para la convivencia social?

a) Sí () b) No () c) No estoy seguro ()

Si has participado en alguna actividad que te haya permitido reflexionar sobre tus valores, ¿ha resultado útil para la conformación de tu proyecto de vida?

a) Muy útil () b) Útil () c) Poco útil () d) Nada útil ()

¿Identificas el nivel de inglés que se exige en tu carrera?

a) Sí () b) No () c) No estoy seguro ()

¿Identificas las opciones para acreditar el idioma inglés que se exige en tu carrera?

a) Sí () b) No () c) No estoy seguro ()

¿En qué nivel valoras la contribución del plan de estudios en el aprendizaje del idioma inglés?

a) Muy alto () b) Alto () c) Bajo () d) Muy bajo ()

¿En qué medida, consideras que el dominio del idioma inglés es relevante para el ejercicio profesional?

a) Totalmente relevante () b) Relevante () c) Poco relevante () d) Nada relevante ()

Responde los siguientes enunciados	Marca tu opción de respuesta para cada enunciado			
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Conoces la oferta de cursos, culturales y deportivos que ofrece la universidad				
Consideras que la oferta de las actividades culturales, deportivas y recreativas es suficiente				
Hasta el momento, has participado en algún curso cultural o deportivo que ofrece la universidad				
Identificas el propósito del Programa de Tutorías Académicas				
Has recibido acompañamiento y apoyo en tu trayectoria académica por parte de un tutor				
La tutoría recibida te ha facilitado la planeación y desarrollo de tu proyecto académico o profesional				
Identificas el programa de adaptación al ambiente universitario				
Identificas el programa de bajo desempeño escolar				

Hasta el momento, la orientación educativa o psicológica que has recibido te ha resultado:

a) Nada útil () b) Poco útil () c) Regular () d) Completamente útil ()
e) No he recibido orientación educativa o psicológica ()

¿En qué medida se hace énfasis en tu carrera en los siguientes métodos de enseñanza y aprendizaje?	Marca tu opción de respuesta para cada enunciado				
	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
Asistencia a clase					
Trabajos en grupo					
Participación en proyectos de investigación					
Prácticas en empresas, instituciones o similares					
Conocimientos prácticos y metodológicos					
Teorías, conceptos y paradigmas					
El profesor es la principal fuente de información					
Aprendizaje basado en proyectos o problemas					
Trabajos escritos					

Exposiciones orales					
Realización de exámenes de preguntas libres					
Realización de exámenes de opción múltiple					

4.32 Hasta ahora ¿Cómo considera la calidad del grupo de docentes que te han dado clases?

- ☐ a) Muy buena
 ☐ b) Buena
 ☐ c) Regular
☐ d) Mala
 ☐ e) Muy mala

¿Cómo consideras las siguientes instalaciones de la unidad académica y de tu carrera?	Marca tu opción de respuesta para cada enunciado			
	Muy malas	Malas	Buenas	Muy buenas
Espacios físicos				
Laboratorios				
Acervo de biblioteca				
Áreas deportivas				

¿En qué medida Tronco común ha contribuido al desarrollo de tus...	Marca tu opción de respuesta para cada enunciado				
	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
Competencias profesionales					
Competencia de liderazgo					
Competencia para el trabajo en equipo					
Capacidad para la resolución de conflictos					
Habilidades de pensamiento crítico					
Creatividad					

Consideras que el nivel de exigencia del Tronco común es:

- ☐ a) Muy bajo
 ☐ b) Bajo
 ☐ b) Adecuado
☐ c) Alto
 ☐ e) Muy alto

¿En qué medida el plan de estudios ha contribuido al desarrollo de tus...	Marca tu opción de respuesta para cada enunciado				
	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
Competencias profesionales					
Competencia de liderazgo					
Competencia para el trabajo en equipo					
Capacidad para la resolución de conflictos					
Habilidades de pensamiento crítico					
Creatividad					

Consideras que el nivel de exigencia del Plan de estudios es:

- ☐ a) Muy bajo
 ☐ b) Bajo
 ☐ a) Adecuado
☐ b) Alto
 ☐ e) Muy alto

Responde los siguientes enunciados:	Marca tu opción de respuesta para cada enunciado			
	Muy mala	Mala	Buena	Muy buena

Hasta el momento, la formación teórica que he recibido en mi carrera me resulta...				
Hasta el momento la formación práctica que he recibido en mi carrera me resulta...				

Entiendes que el perfil de egreso se refiere a:

- a) Lo que seré capaz de hacer al egresar de la carrera () b) Las materias que estoy cursando ()
c) Las áreas donde podré trabajar () d) La evaluación de mis capacidades ()

¿Conoces el perfil de egreso de tu carrera?

- a) Sí () b) No ()

¿Consideras que los medios utilizados para difundir y promover entre los estudiantes el conocimiento del perfil de egreso de tu programa son suficientes y adecuados?

- a) Sí () b) No () c) No estoy seguro (a) ()

¿Consideras necesario para tu desarrollo profesional estudiar un posgrado al egresar de tu carrera?

- a) Sí () b) No () c) No estoy seguro (a) ()

Agradecemos el tiempo que has dedicado para resolver este cuestionario y apreciamos cualquier opinión adicional que desees agregar en este espacio:
