UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

PLAN DE ESTUDIOS

DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

Grado a otorgar: Doctora o Doctor
Orientación: Investigación
Modalidad: Escolarizada
Duración: 4 años
Consejo Interno de Posgrado: 28 de agosto de 2025
Consejo Técnico: 29 agosto de 2025
Comisión Académica de Consejo Universitario: septiembre de 2025
Consejo Universitario: septiembre de 2025

Ciudad Universitaria, Cuernavaca, Morelos

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Dra. Viridiana Aydeé León Hernández
Rectora

Mtra. María Delia Adame Arcos
Secretaria General de la UAEM

Dra. Elisa Lugo Villaseñor
Secretaria Académica de la UAEM

Dra. Irene de la Concepción Perea Arango
Directora General de Investigación y Posgrado

Dra. María del Refugio Trejo Hernández
Directora del Centro de Investigación en Biotecnología

Dra. Elizabeth Arellano Arenas
Encargada de Despacho de la Dirección del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación

Dr. Alejandro García Flores
Director del Centro de Investigaciones Biológicas

Dra. Michelle Monterrosas Brisson
Directora de la Facultad de Ciencias Biológicas

Dr. Ramón Suárez Rodríguez
Coordinador del Doctorado en Ciencias Naturales

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

COMISIONES DE DISEÑO Y REESTRUCTURACIÓN CURRICULAR

Integrantes de la Comisión Académica y de la Comisión de la modificación del plan de estudios de 2022

Dr. Ramón Suárez Rodríguez (CEIB)
Dra. Irene de la Concepción Perea Arango (CEIB)
Dra. María del Rayo Sánchez Carbente (CEIB)
Dr. Alexis Joavany Rodríguez Solís (CEIB)
Dr. Guadalupe Peña Chora (CIB)
Dra. María Marcela Osorio Beristain (CIByC)
Dr. Xavier López Medellín (CIByC)
Dr. José Antonio Guerrero Enríquez (FCB)
Lic. Sandra Guadalupe Martínez Sánchez (CEIB)

Integrantes de la Comisión de Reestructuración Curricular de 2025

Dra. María del Rayo Sánchez Carbente (CEIB)
Dra. María Marcela Osorio Beristain (CIByC)
Dra. Elsah Arce Uribe (CIB)
Dra. Concepción Martínez Peralta (EESJicarero)
Dr. Daryl David Cruz Flores (CIByC)
Dr. Xavier López Medellín (CIByC)
Dr. Alexis Joavany Rodríguez Solís (CEIB)
Dr. Ramón Suárez Rodríguez (CEIB)
Dr. Edgar Dantán González (CEIB)
Lic. Sandra Guadalupe Martínez Sánchez (CEIB)

Comisión para la elaboración de unidades de aprendizaje

Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez (CEIB)
Dra. Susana Valencia Díaz (CEIB)
Dra. Adriana Morales Martínez (CEIB)
Dr. Jorge Luis Folch Mallol (CEIB)
Dr. Fernando Martínez Morales (CEIB)
Dr. Ramón Suárez Rodríguez (CEIB)
Dr. José Augusto Ramírez Trujillo (CEIB)
Dra. Verónica Obregón Barboza (CEIB)
Dra. Cristina Martínez Garza (CIByC)
Dra. María Cristina Saldaña Fernández (CIByC)

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Dra. Patricia Mussali Galante (CEIB)
Dr. Francisco Riquelme Alcantar (CIB)
Dr. Francisco Xavier González Cózatl (CIByC)
Dra. Elizabeth Arellano Arenas (CIByC)
Dra. Daily Martínez Borrego (CIByC)
Dr. Daryl David Cruz Flores (CIByC)

Asesoría técnica-Metodológica

MPD Mónica Martínez Peralta
Mtra. Kaori Anahí Tapia Tapia
Lic. Ana Velia Martínez García
L.I. Jacqueline Pineda Uribe

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

FECHAS DE APROBACIÓN POR LOS ÓRGANOS COLEGIADOS

Creación del plan de estudios 2009

Reestructuración curricular de 2011

Consejo Técnico: 28 de noviembre de 2011

Comisiones Académicas de Consejo Universitario: 28 de noviembre de 2011

Consejo Universitario: 29 noviembre de 2011

Reestructuración curricular de 2015

Consejo Técnico: 19 de marzo de 2015

Comisiones Académicas de Consejo Universitario:25 de mayo de 2015

Consejo Universitario: 17 de junio 2015

Reestructuración curricular de 2019

Consejo Técnico: 12 noviembre de 2019

Comisiones Académicas de Consejo Universitario: noviembre de 2019

Consejo Universitario: diciembre de 2019

Modificación curricular de 2021

Consejo Técnico: 19 febrero del 2021

Comisiones Académicas de Consejo Universitario: febrero 2021

Consejo Universitario: marzo 2021

Modificación curricular de 2022

Consejo Técnico: 11 de noviembre de 2022

Comisiones Académicas de Consejo Universitario: 08 de diciembre de 2022

Consejo Universitario 16 de diciembre de 2022

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Reestructuración curricular de 2025

Consejo Interno de Posgrado: 28 de agosto de 2025

Consejo Técnico: 29 de agosto de 2025

Comisiones Académicas de Consejo Universitario: septiembre de 2025

Consejo Universitario: septiembre de 2025

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN 8

2.JUSTIFICACIÓN 11

3.FUNDAMENTACIÓN 15

3.1 Fundamentos de política educativa 15

3.2 Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural 20

3.3 Avances y tendencias en el desarrollo de la disciplina o disciplinas que participan en la configuración de la profesión 22

3.4 Mercado de trabajo 23

3.5 Datos de oferta y demanda educativa 27

3.6 Análisis comparativo con otros planes de estudio 29

3.7 Evaluación del programa educativo a reestructurar 31

4.PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS 38

5. OBJETIVOS CURRICULARES 39

5.1Objetivo general 39

5.2 Objetivos específicos 39

5.3 Metas 40

6. PERFIL DEL ALUMNO 40

6.1 Perfil de ingreso 40

6.2 Perfil de egreso 43

7. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA 48

7.1 Flexibilidad curricular 48

7.2 Ciclos de formación 51

7.3 Ejes generales de la formación 53

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

7.4 Tutorías 61

7.5. Líneas de Generación y Aplicación Innovadora del Conocimiento y Producción Cultural (GAIC+PC) 64

7.6 Vinculación 65

8. MAPA CURRICULAR 68

8.1 Ejemplo de la trayectoria de un estudiante 70

9. MEDIACIÓN FORMATIVA 71

10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE 74

11. UNIDADES DE APRENDIZAJE 80

12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO 82

12.1 Requisitos de ingreso 82

12.2 Requisitos de permanencia 83

12.3 Requisitos de egreso 83

12.4 Requisitos para la obtención del grado del Doctorado en Ciencias Naturales 84

13. TRANSICIÓN CURRICULAR 85

14. CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN 88

14.1 Recursos humanos 88

14.2 Recursos financieros 91

14.3 Infraestructura 91

14.4 Recursos materiales 94

14.5 Estrategias de desarrollo 95

15. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR 97

16. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 98

ANEXO I PROGRAMAS DE DOCTORADO SIMILARES AL DOCTORADO EN CIENCIAS

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

NATURALES, RECONOCIDOS POR EL SNP. 100

ANEXO II. COMPARACIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y NÚMERO DE CRÉDITOS SIMILARES AL DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES DE LA UAEM . 105

ANEXO III PROFESORADO QUE INTEGRA EL NÚCLEO ACADÉMICO 131

ANEXO IV. GUÍAS DE ESTUDIO PARA EL EXAMEN DE CONOCIMIENTOS 133

ANEXO V UNIDADES DE APRENDIZAJE 142

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

1. PRESENTACIÓN

En el presente documento se presenta la reestructuración curricular de 2025 del plan de estudios del programa educativo de Doctorado en Ciencias Naturales (DCN), adscrito a la Facultad de Ciencias Biológicas; en él: 1) se actualizaron los recursos materiales con que cuenta el DCN, 2) se realizó un análisis comparativo con otros planes de estudio del país y de otros países de Latinoamérica, 3) se integraron nuevas unidades de aprendizaje; 4) se actualizó la información de las ofertadas previamente, 5) se actualizaron los fundamentos del contexto socioeconómico y cultura y en el mapa curricular se actualizó el número de créditos.

Como consecuencia de los procesos de globalización del capital y del uso irracional de los recursos naturales, se han generado diversos problemas que impactan en la salud humana y ambiental. Por ello, es prioritario capacitar doctoras y doctores de alto nivel que realicen investigación básica y aplicada relacionada con el área de las Ciencias Naturales. Es necesario incorporar el desarrollo de nuevas metodologías y enfoques teóricos a los planes de estudios, que permita formar doctoras y doctores capaces de generar conocimiento fundamental, ampliar las fronteras de la ciencia y contribuir al entendimiento y resolución de fenómenos prioritarios. Estos planes de estudio contarán con herramientas que les permitan tener ventajas competitivas en la economía, para alcanzar el desarrollo económico sustentable que se requiere en el país. Asimismo, es indispensable generar y transferir tecnologías propias sustentadas en el conocimiento de frontera y con carácter competitivo e innovador en las áreas de incidencia de la Dependencia de Educación Superior (DES) de Ciencias Naturales.

La DES de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), cuenta con el Doctorado en Ciencias Naturales (DCN), orientado a la formación de investigadoras e investigadores de alto nivel académico en áreas multidisciplinarias como son la Biotecnología y la Biología Evolutiva. Se sustenta por las Líneas de Generación y Aplicación Innovadora del Conocimiento y Producción Cultural (LGAIC+PC) que cultivan los

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Cuerpos Académicos (CA) de la DES.

La DES de Ciencias Naturales está conformada por las siguientes unidades académicas: Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB), Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), Escuela de Estudios Superiores del Jicarero (EESJicarero) y Facultad de Ciencias Biológicas (FCB). La integración de estas unidades fortalece a la planta académica habilitada, integrada por Profesoras Investigadoras y Profesores Investigadores de Tiempo Completo (PITC) con el máximo grado de estudios y pertenencia al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII). Como resultado de un análisis colegiado entre PITC de la DES se identificaron fortalezas y sinergias que permitieron crear el plan de estudios del DCN en 2009, el cual cumplió con los indicadores establecidos por el CONACyT (ahora SECIHTI).

El posgrado, al fortalecer la integración entre las unidades académicas de la DES de CN, permite la colaboración de PITC´s de DES externas a la UAEM que optimiza el uso de la infraestructura. Además, este posgrado ofrece flexibilidad curricular y movilidad estudiantil, para promover una formación multidisciplinaria que atiende las problemáticas sociales desde diferentes perspectivas.

Este documento contiene todos los elementos señalados en los Lineamientos de Diseño y Reestructuración Curricular (2017) de la UAEM en el orden que ahí se estipulan. A continuación se presentan los apartados que lo integran: Después de esta Presentación se continúa con la Justificación, la cual expone los cambios realizados en esta reestructuración curricular. Posteriormente, se presenta la Fundamentación en la que se considera la problemática a la que ha hecho frente el posgrado para lograr un equilibrio entre la eficiencia terminal y la excelencia académica, elementos que inciden significativamente en la reforma. En la sección de Principales características se muestra la modalidad en la que se cursa el DCN y las características académicas más sobresalientes del plan de estudios. Los Objetivos curriculares presentan el objetivo general, así como los objetivos específicos y metas del plan. En perfil del alumno, se presenta el perfil que debe cubrir la persona que

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

aspira ingresar al DCN y las competencias que integran el perfil de egreso. La Estructura organizativa menciona en qué consiste la flexibilidad del plan educativo, los ciclos y ejes de formación, las tutorías, las LGAIC+PC y la vinculación. El Mapa curricular presenta los seminarios temáticos y de investigación, con sus horas y créditos correspondientes. En el apartado de Mediación formativa se asume en el Modelo Universitario (2022) para favorecer el aprendizaje, la adquisición de saberes, las competencias y concretar el proceso formativo de la persona estudiante. En la Evaluación del aprendizaje se propone una metodología que responda a las demandas del enfoque de desarrollo por competencias, un currículum flexible, y la modalidad de aprendizaje situado. En las Unidades de aprendizaje se enlistan los seminarios temáticos y de investigación. En el apartado de Requisitos de ingreso, permanencia y egreso. En este apartado se describen las disposiciones reglamentarias, así como los criterios, indicadores y procedimientos establecidos en este plan de estudios y en lo que establezca la normatividad universitaria. En el apartado de Transición curricular se indica que la presente reestructuración aplica a partir de la generación que ingrese en enero de 2026 y que las adecuaciones en los requisitos de ingreso, permanencia y egreso aplicarán a las generaciones que ingresaron en febrero 2019, septiembre 2019, febrero 2020, septiembre 2020, enero 2021, agosto 2021, enero 2022 y subsecuentes. Las Condiciones para la gestión y operación; describen los elementos que garantizan la operación del programa educativo: 1) recursos humanos, 2) financieros, 3) materiales y 4) infraestructura que serán necesarios para lograr la factibilidad académica y administrativa del programa educativo. En el apartado de sistema de evaluación curricular se precisan los criterios y procedimientos metodológicos para una evaluación permanente, continua, sistemática e integral del plan de estudios del DCN, a través del Consejo Interno de Posgrado (CIP) en coordinación con la Secretaría Académica

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

2.JUSTIFICACIÓN

Las ciencias naturales son fundamentales para el desarrollo y proyección que busca la UAEM en el quehacer científico y tecnológico. Una gran diversidad de aplicaciones científicas sustenta su desarrollo en la integración de procesos biotecnológicos y en su inserción en los diferentes sectores productivos como el agropecuario, ambiental, alimentario y farmacéutico, entre otros. Asimismo, la investigación de frontera en ciencias naturales se enfoca en el entendimiento y solución de las grandes problemáticas ambientales actuales como son: la pérdida acelerada de la biodiversidad, la contaminación y el efecto del cambio climático global tendrá sobre los ecosistemas y la humanidad.

El Plan Institucional de Desarrollo (PIDE 2024-2030) de la UAEM, en su apartado de formación, tiene como objetivo principal consolidar a la Universidad como una institución incluyente y reconocida por su excelencia académica, a través del fortalecimiento de programas educativos que atiendan la formación integral del estudiantado. Todo ello con base en prácticas docentes centradas en el aprendizaje y generadoras de entornos de formación que favorezcan la autonomía bajo el impulso de estrategias que mejoren los espacios educativos, además de la habilitación de la planta académica. Para el 2025 el programa DCN es reestructurado con base en la normatividad vigente y adecuado al enfoque por competencias.

El PIDE también prioriza la generación de programas y proyectos estratégicos de vinculación interdisciplinarios y transdisciplinarios, articulados mediante los programas educativos de posgrado, que permitan avanzar en la generación del conocimiento y profundizar en la comprensión de problemas multidimensionales de alcance local, nacional y mundial, así como incrementar la capacidad institucional y social para hacerles frente.

Además, organismos como la Secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) y la Secretaría de Educación Pública (SEP), han identificado que la desvinculación entre la planeación económica del país y sus regiones es una de las grandes

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

dificultades para el desarrollo y consolidación de los programas educativos de licenciatura y posgrado (SECIHTI 2025, Primeros cambios grandes mejoras https://secihti.mx/conacyt-avanza/). En este sentido el DCN pretende formar seres humanos, capacitados para desarrollar proyectos congruentes con el manejo y la conservación de recursos naturales y de la generación de conocimiento biotecnológico que impacte en el desarrollo y el bienestar del país y propias de los habitantes del estado de Morelos. De manera particular, la visión de la DES de Ciencias Naturales es colocar a la persona en formación como punto central en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el modelo de competencias, sustentando el proceso en la calidad académica y la pertinencia en la construcción del conocimiento.

Una fortaleza es que la DES busca la vinculación con la sociedad y estimula la transferencia del conocimiento y las tecnologías en el área de ciencias naturales (CN) con enfoques interdisciplinarios, y con el compromiso de atender las demandas a nivel regional y nacional, buscando la pertinencia social y que el programa sea particularmente cuidadoso con el seguimiento de las personas en formación para asegurar la eficiencia terminal. La integración de este posgrado fortalece la interacción entre unidades académicas de la DES de CN de la UAEM y permite la colaboración de PITCs de otras DES externas a la UAEM, maximizando la capacidad de la infraestructura. Este posgrado ofrece condiciones de flexibilidad curricular y movilidad estudiantil, para promover una formación multidisciplinaria reconociendo la necesidad de atender problemáticas sociales y ambientales desde diferentes perspectivas.

Como referencia histórica, el DCN fue aprobado el 26 de marzo del 2009 por el Consejo Universitario de la UAEM e ingresó al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACyT (ahora la SECIHTI) en el año 2010. En el año 2011, se reestructuró el plan de estudios, con base en las observaciones de los pares académicos del CONACyT (ahora SECIHTI), modificando su duración de tres a cuatro años (8 semestres), misma que fue aprobada en sesión plenaria del Consejo Universitario. La estructura y organización del plan de estudios se basó en un sistema tutoral con enfoque constructivista, en el que una característica fundamental era la flexibilidad curricular, lo cual permitía la movilidad

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

estudiantil.

En el 2015 el programa educativo se reestructuró por segunda ocasión, dadas las necesidades del programa, en la cual se presentó la información existente y se analizaron con detalle los siguientes puntos particulares: 1. Se reestructuraron los objetivos y metas del doctorado con el propósito de mejorar la operatividad del programa y lograr su consolidación. 2. Se estructuró el plan de estudios en dos áreas: Biotecnología y Biología Evolutiva y Conservación, contando cada una con dos Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC). 3. Se definieron las LGACs del programa: en el área de Biotecnología: a) Producción de Moléculas Bioactivas, b) Tratamiento Biotecnológico de Residuos y Biorremediación de Sitios Contaminados; en el área de Biología Evolutiva y Conservación: a) Biología Evolutiva, b) Manejo de Recursos Naturales y Conservación. 4. Se estableció el mapa curricular considerando los seminarios que conforman los ejes teóricos y de investigación, con su número de horas y créditos correspondientes. Este plan de estudios cubría un total de 135 créditos con una duración promedio de cuatro años. 5. Se describieron los seminarios temáticos y de investigación, sus objetivos, el perfil del profesorado, contenidos, método de evaluación y referencias. 6. Se establecieron los requisitos para el ingreso, permanencia y egreso.

La reestructuración curricular 2019 incluyó una revisión y actualización del programa tomando como base los lineamientos de diseño y reestructuración curricular aprobados por el Consejo Universitario en marzo de 2017, así como las observaciones y recomendaciones establecidas en la evaluación plenaria del 2015, por el comité de pares académicos del CONACyT (ahora SECIHTI) para mantener los estándares de calidad y pertinencia que garantizaran su permanencia en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad.

En la reestructuración del plan de estudios del DCN en 2019 se incorporaron los siguientes puntos:

a) Requisitos para la continuación de la beca estudiantil.

b) En el seminario de investigación: Proyecto, el estudiante conformará su comité tutoral y presentará su proyecto de investigación durante el primer mes del primer semestre con

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

el fin de iniciar la retroalimentación con ese órgano colegiado. No contempla créditos con valor curricular.

c) Envío del artículo derivado de la tesis entre el quinto y séptimo semestre.

d) Se podrán integrar profesoras externas o profesores externos (SNI I a emérito) como directoras o directores de tesis, hasta un 10% del total del profesorado que conforma el NA.

e) Se integraron las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento en una sola por cada área, quedando como: Área de Biología Evolutiva y Conservación (LGAC: Biología Evolutiva y Manejo de Recursos Naturales) y Área de Biotecnología (LGAC: Producción de Moléculas Bioactivas y Biorremediación).

En 2025 se realizó una nueva actualización del plan de estudios, en el que se incorporaron y/o modificaron los siguientes puntos:

a) Se actualizaron los recursos materiales con que cuenta el DCN.
b) Se realizó un análisis comparativo con otros planes de estudio del país y de otros países de Latinoamérica.
c) Se integraron nuevas unidades de aprendizaje y se actualizó la información de las ofertadas previamente.
d) Se actualizaron los fundamentos del contexto socioeconómico y cultural.
e) En el mapa curricular se actualizó el número de créditos.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

3.FUNDAMENTACIÓN

La reforma curricular y el plan de estudios del DCN se sustenta en la formación docente en las diversas perspectivas teórico-metodológicas de las disciplinas que son objeto de enseñanza en las ciencias naturales y de aquellas que se requieren para dimensionar la importancia de la investigación científica. En la fundamentación de esta reestructuración del plan de estudios, se considera la problemática a la que ha hecho frente el posgrado para poder encontrar un equilibrio entre la eficiencia terminal y la excelencia académica, elementos que inciden significativamente en la reforma.

3.1 Fundamentos de política educativa

La comunidad internacional ha adoptado de la Agenda Mundial de Educación 2030 el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4), que basado en los derechos humanos tiene el propósito de garantizar el pleno derecho a la educación como catalizador para lograr un desarrollo sostenible. La educación por su carácter de derecho habilitante, es un instrumento poderoso que permite a la ciudadanía que se encuentra social y económicamente marginada salir de la pobreza y participar plenamente en la vida de la comunidad (UNESCO 2025). De manera relevante se menciona que esta agenda busca garantizar mayor acceso a la educación superior y a la investigación de calidad, promoviendo al mismo tiempo la oferta de vías de aprendizaje flexibles. En este sentido el DCN ofrece flexibilidad curricular lo que favorece el desarrollo de investigación de calidad con un enfoque multidisciplinario.

Los instrumentos normativos de las Naciones Unidas y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencias y Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés) estipulan obligaciones jurídicas internacionales que promueven el derecho de cada persona a disfrutar del acceso a la educación de calidad. Debido a que los mercados laborales se han transformado y sensibilizado a los problemas ecológicos, la UNESCO hace hincapié en la enseñanza de las ciencias que promuevan el desarrollo sostenible y la innovación

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

(UNESCO, 2021). En el mismo sentido, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2023) menciona que, en una economía global regida por el conocimiento, los países necesitan sentar los fundamentos en la educación universitaria que permitan:

> a) Mantener la competitividad y fomentar el crecimiento económico. Donde se destaca que a nivel de política educativa se debe garantizar que la educación universitaria contribuya a los objetivos económicos y sociales.
>
> b) Desarrollar una estrategia de financiamiento que optimice la contribución de la educación universitaria a la sociedad y la economía haciendo hincapié en la calidad y pertinencia, y colocar a los sistemas nacionales de educación en la escena internacional.

El DCN integra algunos objetivos de estas organizaciones como detonantes del desarrollo social y económico a nivel nacional e internacional, siempre desde una perspectiva de respeto a la cultura local y estatal. Particularmente, para México y como se menciona en el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, uno de los sectores prioritarios del gobierno es el sector educativo.

México aún enfrenta el reto de impulsar los posgrados como un factor para el desarrollo de la investigación científica, la innovación tecnológica y la competitividad que se requieren para su inserción eficiente en las sociedades modernas. El estado de Morelos ha sido considerado como líder nacional en la generación del conocimiento, lo que ha definido su vocación científica de calidad. En el Plan Estatal de Desarrollo 2025-2030 se menciona que el estado de Morelos posee características muy destacadas en términos de su actividad científica, ya que después de la Ciudad de México es la entidad con mayor número de investigadoras e investigadores con relación a su población económicamente activa (PEA). Morelos cuenta con 110 investigadoras e investigadores por cada 100 mil habitantes de su PEA, siendo el promedio nacional de 40 por cada 100 mil.

La cantidad de investigadoras e investigadores y la producción científica por persona empleada que se origina en el estado de Morelos en México es similar a la que tienen los países que integran la (OCDE). En Morelos hay cerca de 40 centros de investigación y más de 250 laboratorios especializados. Asimismo, es el único estado de la República en contar

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

con una Academia de Ciencias local. En 2024, de acuerdo con datos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) actualmente SNII, en Morelos se registraron 1,236 investigadores, lo que representa 2.8% de los investigadores registrados ante el SNII, a nivel nacional. Las áreas de conocimiento que presentaron una mayor concentración de investigadores fueron biología y química con un 25% y ciencias de la ingeniería con un 14%.

La Ley General de Educación (2019) decretó que "Las autoridades educativas, establecerán políticas para fomentar la inclusión, continuidad y egreso oportuno de estudiantes y determinarán medidas que amplíen el ingreso y permanencia a toda persona que decida cursar este tipo de estudios", así como "disminuir las brechas de cobertura educativa entre regiones, entidades y territorios del país". Por su parte, la Ley General de la Educación Superior (2021), dispuso dentro de sus objetivos "*Establecer la coordinación, promoción, vinculación, participación social, evaluación y mejora continua de la educación superior en el país*". El Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES, 2021) tiene por objeto diseñar, proponer y articular, estrategias y acciones en materia de evaluación y acreditación del Sistema Nacional de Educación Superior para contribuir a su mejora continua, basándose en criterios para el logro de la excelencia en la educación superior a través de la retroalimentación permanente, el fomento de la evaluación, la formación y capacitación permanente de los actores involucrados en la educación superior, la revalorización del personal académico de las instituciones de educación superior como elemento para fortalecer la docencia y el desarrollo de la investigación científica, humanística, el desarrollo tecnológico y la innovación, entre otros. Indicadores que se evidencian a través de autoevaluaciones, coevaluaciones, así como evaluaciones externas y acreditaciones (Política Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior, 2022).

En el ámbito de los programas educativos de investigación y posgrado, cuenta con mecanismos de autoevaluación y mejora continua que deben contemplar elementos como 1) la fundamentación curricular del programa de posgrado y su pertinencia, en términos de las problemáticas y necesidades actuales a que debe responder el programa, así como los

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

retos futuros que es posible prever, 2) la normativa, diseño curricular del posgrado, diseño del programa y de los proyectos de investigación, 3) los procesos educativos y de investigación, condiciones de operación, análisis de los factores que inciden en los aprendizajes de los estudiantes; articulación de la investigación y el posgrado, 4) las trayectorias estudiantiles cualitativas y cuantitativas en el posgrado, mediante el análisis cuantitativo de los principales indicadores (abandono, rezago, reprobación, titulación, entre otros), y 5) los logros e impactos del programa de posgrado e investigación en su contexto. En las reuniones semestrales con el NA y la comunidad estudiantil, el DCN a través de la coordinación del programa, analiza de manera sistemática y consistente este conjunto de elementos con la finalidad de promover procesos de retroalimentación y mejora continua que permitan transitar hacia el logro de la excelencia educativa.

El PIDE 2024-2030, representa un esfuerzo integral y participativo para responder a los desafíos presentes y futuros de la educación media superior y superior; con su formulación, se representa la culminación de un amplio y complejo proceso de análisis y trabajo, en el que la UAEM, ha identificado con precisión y firmeza, las áreas prioritarias en las que deberá trabajarse durante la presente administración. El PIDE es la ruta estratégica clave para el crecimiento y consolidación de la Universidad. Este plan de estudios es el resultado de un proceso de análisis riguroso y participativo sin precedentes, que involucra a todos los sectores de la comunidad universitaria y sociedad morelense, que busca responder tanto a los desafíos actuales como a las exigencias futuras en educación superior. El PIDE destaca la necesidad de fortalecer la calidad educativa, promover la investigación científica y tecnológica, y consolidar la vinculación social, con un enfoque en la sustentabilidad y la transformación social. Además, subraya la importancia de innovar en los modelos educativos y administrativos para mantener a la universidad como un referente en el ámbito nacional.

La implementación exitosa de este plan dependerá de la participación y coordinación de todos los actores universitarios, así como de una gestión eficaz y eficiente que asegure la coherencia y sostenibilidad de sus acciones. De esta manera, la UAEM reafirma su

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

compromiso de contribuir al desarrollo regional y nacional, posicionándose como una institución de educación superior de calidad, orgullo de Morelos y del país.

De acuerdo con el Modelo Universitario 2022 (MU), los ciclos de formación en el posgrado corresponden al enfoque del programa educativo, para el caso del Doctorado en Ciencias Naturales, éste tiene una orientación de formación hacia la investigación; y el MU (MU 2022) sugiere dos ciclos: el básico y el especializado. En este plan de estudios los ciclos de formación se relacionan estrechamente con los ejes generales de la formación: el ciclo básico corresponde al eje teórico y el especializado, al eje de investigación.

El DCN, por ser un posgrado en investigación, proporciona al estudiantado una formación amplia y sólida en el área de la biotecnología y la biología evolutiva y conservación, buscando desarrollar las competencias y habilidades en estas áreas de conocimiento a través de los cursos, tesis de investigación, seminarios y actividades académicas relacionadas con los ejes generales de la formación. La universidad del siglo XXI se caracteriza por el énfasis en la formación de posgrado, centrada en un adiestramiento metodológico en investigación en un entorno interdisciplinario, cooperativo e internacional. En general, la formación en competencias transferibles ha de hacerse con un programa definido y organizado que incluya diversos tipos de actividades como seminarios y conferencias, pero procurando su incidencia sobre la realización del trabajo de tesis.

El DCN tiene como finalidad, proporcionar una formación amplia y sólida a la persona en formación en su campo de conocimiento con capacidad crítica y creativa a través de investigaciones originales. Resulta importante reforzar el carácter interdisciplinar de esta formación en competencias transferibles, fomentando el contacto entre distintas disciplinas, la creatividad y la innovación. Cabe destacar que la política de posgrados de la UAEM plantea ofrecer planes de estudio que sean pertinentes con las necesidades del estado para impulsar proyectos de desarrollo e innovación tecnológica en el ámbito de las tecnologías sustentables, de conservación y biotecnológicas que impacten a la sociedad. En ese sentido, el DCN atiende las demandas y necesidades de superación académica con el

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

máximo grado de habilitación para formar personas capacitadas para proponer y resolver problemas actuales en las áreas estratégicas mencionadas en los planes nacional y estatal de desarrollo, que impactan en los sectores, ambiental, agrícola, energético, industrial, alimentario y de salud.

3.2 Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés), la ciencia debe ser un instrumento esencial que permita promover la erradicación de la pobreza y asegurar el desarrollo sostenible (ONU, 2023). Las innovaciones y los avances científicos y tecnológicos deben reportar beneficios económicos y proporcionar oportunidades únicas para satisfacer las necesidades humanas básicas, proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida. Las prioridades actuales de esta organización en el área de Ciencias Naturales incluyen:

1. Fortalecer el papel de la ciencia al servicio del desarrollo sostenible fomentando la formulación de políticas y el aumento de las capacidades en ciencia, tecnología e innovación.
2. Promover la educación científica y la formación de docentes en ciencias.
3. Fomentar el uso sustentable del agua potable (agua limpia y saneamiento).
4. Mejorar la gobernanza, la ordenación y la protección de los océanos y las zonas costeras.
5. Enfrentar el cambio climático fortaleciendo la base de conocimientos y definiendo medidas eficaces de aclimatación y mitigación de sus efectos.

De acuerdo con los Planes Estatal y Nacional de Desarrollo 2025-2030 se destaca la importancia de impulsar la investigación, la ciencia y la educación, con un enfoque humanista, y promoviendo el desarrollo sostenible del país. Ambos planes subrayan la importancia de consolidar apoyos continuos para que las investigadoras y los investigadores en México aborden problemas científicos y tecnológicos relevantes, posicionándose en la frontera del conocimiento y la innovación. Además, la Ley de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, reconoce que “toda persona tiene derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica; se estableció la obligación del estado de apoyar la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, así como de garantizar el acceso abierto a la información que

CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

derive de ella" (Diario Oficial de la Federación, abril 15, 2025).

La sociedad en el mundo, y en México, demanda el uso sostenible de los recursos naturales, permitiendo mejorar el bienestar de la población actual y de sus generaciones futuras sin comprometer la conservación de los ecosistemas. El crecimiento poblacional en México ha incrementado el consumo de bienes y servicios, modificando profundamente la relación con la naturaleza. Los signos de desequilibrio ecológico son alarmantes: la pérdida anual de 500 mil hectáreas de cobertura vegetal, la sobreexplotación de la mitad de las cuencas hidrográficas, la creciente contaminación del aire, suelo y agua que disminuye la esperanza de vida, entre otros. Esta degradación subraya la urgencia de aplicar la ciencia básica y la tecnología para restaurar el medio ambiente como medida de probada eficacia para luchar contra el cambio climático y mejorar la seguridad alimentaria, el suministro de agua y la biodiversidad (2021-2030, la Década de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas). Para lo anterior, se requiere la formación de profesionales en ciencias naturales que se integren a resolver estos desafíos.

El entorno ideal para desarrollar programas de licenciatura y posgrado de alta calidad en áreas ambientales y biológicas es la universidad pública. Por ello, es crucial apoyar a estas instituciones. En este contexto, el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) (actual Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación) y la Secretaría de Educación Pública (SEP), como órganos federales evaluadores y proveedores de recursos económicos, identificaron que se requiere la vinculación entre la planeación económica del país y de sus regiones para lograr un desarrollo eficiente y consolidar los programas educativos de licenciatura y posgrado. Una estrategia que apunta a resarcir esa problemática se encuentra en la Ley de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. Esta prevé la distribución de competencias entre la federación, las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales para la articulación, planeación e implementación de la política pública en Humanidades, Ciencias y Tecnologías e Innovación (consultar en el DOF 9 de mayo, 2023).

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

En el estado de Morelos, se han identificado problemas prioritarios relacionados con el aumento de la población urbana, cambio de uso de suelo e incremento de actividades industriales con el consiguiente deterioro ambiental. También se destaca la necesidad de un uso racional de los recursos naturales, del territorio, y la disposición final de residuos urbanos, industriales y agropecuarios. Se subraya la implementación de la ciencia y la tecnología para mitigar problemas de salud ecosistémica, incluyendo la salud humana.

Por lo tanto, el presente plan de estudios del Doctorado en Ciencias Naturales (DCN) tiene como objetivo formar doctoras y doctores que tengan la capacidad para proponer soluciones a los grandes retos de conservación de los recursos naturales y el desarrollo biotecnológico en el estado de Morelos, México y el mundo.

3.3 Avances y tendencias en el desarrollo de la disciplina o disciplinas que participan en la configuración de la profesión

La educación para la conservación de los recursos naturales nace a mediados de la década de 1980, en respuesta a necesidades ecológicas emergentes y la amplia demanda social por preservar estos recursos esenciales para la vida en el planeta. Desde entonces, esta área de las ciencias biológicas se ha desarrollado de una manera vertiginosa, impulsando cambios significativos en las políticas globales de manejo sostenible de los recursos naturales. Este avance ha sido catalizado por un movimiento global hacia el desarrollo sustentable, considerado como un mecanismo esencial para asegurar la conservación de la biodiversidad desde genes hasta ecosistemas completos. Esta preocupación surge de reconocer el impacto humano sobre los procesos evolutivos y ecológicos que mantienen la diversidad biológica. En este contexto, se ha vuelto imprescindible fomentar la educación básica/especializada en biología evolutiva con un enfoque ecosistémico que permita entender y atender los problemas de conservación. Este enfoque, promueve el desarrollo de estrategias de manejo innovadoras desde intervenciones biotecnológicas avanzadas, hasta estrategias sociales participativas para el manejo de los recursos naturales.

Por otro lado, el uso de los recursos naturales en la agricultura y en el sector salud a través

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

de procesos biológicos tecnificados, ha impulsado el desarrollo de la biotecnología. La biotecnología es una disciplina multidisciplinaria, en la que convergen la biología molecular, bioquímica, microbiología, inmunología, ingeniería química y la ingeniería genética, entre otras. La biotecnología, en conjunto con los avances en áreas emergentes como las ciencias ómicas, la nanotecnología y la bioinformática, han dado paso recientemente a la biología sintética y de sistemas y propiciado una transformación en sectores económicos, como la agricultura, la medicina, y la industria de alimentos. Esa convergencia multidisciplinaria, permiten el estudio integral y la manipulación genética de distintos sistemas biológicos, lo que impacta en la calidad de vida de las personas, ofreciendo nuevas oportunidades en las áreas de diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades, o en la producción sostenible de alimentos y la mitigación de los efectos del cambio climático.

Desde la inclusión del DCN al Sistema Nacional de Posgrados (SNP), se promueve el desarrollo de las áreas de biotecnología, biología evolutiva y conservación para analizar, predecir y proponer estrategias que aborden los desafíos locales, nacionales y mundiales. Este enfoque fomenta la actualización constante de conocimientos y la adopción de tecnologías emergentes, manteniendo una actitud abierta para la incorporación de las nuevas tendencias y desarrollos científicos.

3.4 Mercado de trabajo

En el 2025, el planeta enfrenta una crisis ambiental provocada por el estilo de vida de las personas como consecuencia de la sobreexplotación de los recursos naturales y la alta tasa de contaminación ambiental. Por lo que la sociedad demanda la resolución de problemas relacionados al medio ambiente, así como los alimentarios y de la salud. Por lo cual resulta pertinente la formación de profesionales en el estudio de temas ambientales y biotecnológicos orientados a mejorar la calidad de vida de las comunidades. Quienes egresan del DCN se pueden insertar en el mercado laboral para desarrollar soluciones creativas y eficientes como: 1)estrategias para la conservación de la biodiversidad, 2) diseño

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

e implementación de proyectos de aprovechamiento sostenibles y sustentables de los recursos naturales y 3) fomentando la integridad ecológica de los sistemas naturales y con ello mantener los servicios ambientales, con las que se minimice el impacto antropogénico en la naturaleza y estimulen el crecimiento sustentable de las naciones. Es importante mencionar que en las en ciencias naturales, la docencia y la investigación se vinculan, permitiendo la formación integral de estudiantes, quienes se insertarán con facilidad a los sectores mencionados.

El DCN tiene como propósito la formación de investigadores e investigadoras en el área de las ciencias naturales, buscando responder a las demandas sociales y tecnológicas, a través de la promoción del desarrollo sustentable y biotecnológico. El mercado de trabajo que puede satisfacer quien egresa del DCN es amplio y depende del área y de las Líneas de Generación y Aplicación Innovadora del Conocimiento y Producción Cultural (LGAIC+PC). Algunos sectores a nivel internacional, nacional y estatal donde inciden son: salud, agropecuario, alimentario, energético, productos químicos, ambiental y de desarrollo social. En particular, los empleos dominantes son aquellos en los que las personas profesionales tienen un mayor porcentaje de ocupación, entre los que destacan ser parte del profesorado en instituciones de educación media y superior, personas científicas en investigación y en análisis de datos, que a nivel mundial se posicionan en 8vo lugar.

Adicionalmente, este posgrado contempla para quienes egresan, un mercado laboral emergente con actividades relacionadas al desarrollo de estrategias biotecnológicas integrales a problemas de conservación, relacionadas a la farmacéutica, a la agricultura y a la biorremediación, así como los relacionados a la sustentabilidad ambiental, los que se enfocan en prevenir el daño en el ambiente y en el manejo de los recursos naturales e implementación de políticas públicas para su protección y la evaluación de la diversidad biológica a nivel local, estatal y nacional. La formación de doctoras y doctores en ciencias naturales permite generar proyectos de aplicación inmediata, demandados por instancias públicas, privadas y organizaciones de la sociedad civil, atendiendo áreas como: la

U.A.E.M.
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

promoción del desarrollo sustentable, estudios de impacto, políticas de regulación ambiental y ordenamiento ecológico-territorial; fomentando la investigación con particular atención a la resolución de los problemas nacionales de interés comunitario, como lo señala el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030.

En el estado de Morelos los sectores agropecuario e industrial tienen gran relevancia a nivel económico, y demandan la incorporación de recursos humanos especializados. Quienes egresan del DCN pueden incorporarse al sector industrial del Valle de Cuernavaca, en la industria farmacéutica, agroquímica, cosmética, entre otros. Además, se podrán incorporar a instituciones y dependencias de investigación y desarrollo tanto públicas o privadas tales como Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), centros de investigación, universidades, ONG, entre otros, A nivel nacional, quienes egresan tienen un mercado laboral en industrias nacionales y extranjeras como Greencorp, Applied Biotech, Avimex y Biocrone, Bayer, Monsanto, entre otra; y en áreas referentes a la conservación ambiental como SGF Global, UNESCO y diferentes instituciones gubernamentales.

Esto se ve reflejado de la siguiente manera: los doctores y doctoras formados por DCN entre el 2020-2024, se han insertado laboralmente en instituciones educativas de nivel medio (COBAEM, Colegio Cristóbal Colón, Bachillerato Mesoamericano, etc.) y superior (CEPROBI-IPN, Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey, Cinvestav, UACH, UAG, UAEM, UNAM, BUAP, Universidad de Tlaxcala, UAEMex, Tec-Milenio) principalmente en México, y en algunos casos en el extranjero (Arizona, E. U.A.). Mientras que algunas personas egresadas se insertaron a diversas industrias del país (FALCON, ULTRAQUÍMIA, Laboratorios Vanquish, Bayer Crops Science US, etc.). Algunos egresados han realizado estancias posdoctorales en instituciones de México (UNAM, IPN, INSP, UAM, CINVESTAV) y en el extranjero (Universidad de Barcelona). Por lo que el porcentaje de personas egresadas que se encuentran laborando en instituciones

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Académicas es del 61% y en las áreas industriales y sector gubernamental del 39%. Por su desempeño académico algunas personas egresadas entre 2019 a la fecha han sido reconocidas por el SNII (18 con nivel candidato y 4 con nivel 1).

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

3.5 Datos de oferta y demanda educativa

En lo referente al nivel posgrado, en los programas sectoriales de educación del país, se han establecido estrategias para ampliar la matrícula. En el ciclo escolar 2023-2024 había 65,565 estudiantes inscritos en un programa de doctorado, lo que representa el 1.6% con respecto a la matrícula total de licenciatura. En el año 2000, la cifra de estudiantes inscritos en programas de posgrado creció a 141 mil estudiantes, 6.8% de la matrícula de licenciatura, y para el ciclo escolar 2018-2019 se encontraban inscritos 361 mil estudiantes en algún posgrado, 8.3% de la matrícula de licenciatura. No obstante que el ritmo de crecimiento del posgrado es superior al de licenciatura en lo que va del siglo, con una tasa media de crecimiento anual de 5.6% (equivalente a 12 mil estudiantes por año), la expansión se considera insuficiente para atender los requerimientos de profesionistas de alto nivel que necesita el país. El crecimiento de la matrícula requiere especial atención para superar el rezago en la formación de doctoras y doctores por número de habitantes, métrica utilizada en diversos estudios a nivel mundial (ANUIES 2019).

En cuanto a la oferta educativa a nivel doctorado, de un total de 711 programas con orientación a la investigación de instituciones públicas que sí cumplen con los lineamientos del Sistema Nacional de Posgrado (SNP) (conahcyt.mx/wp-content/uploads/SNP/Descargas/Cat1.pdf, 2024), sólo 108 corresponden a doctorados en las áreas II Biología y Química y VI Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, que por sus características de nombre y plan de estudios son similares al Doctorado en Ciencias Naturales (DCN) de la UAEM. Considerando la entidad federativa en donde se ofertan estos programas de Doctorado, destacan la Ciudad de México, el estado de México, Veracruz y Nuevo León como los estados con mayor número de programas similares al DCN (Figura 1).

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

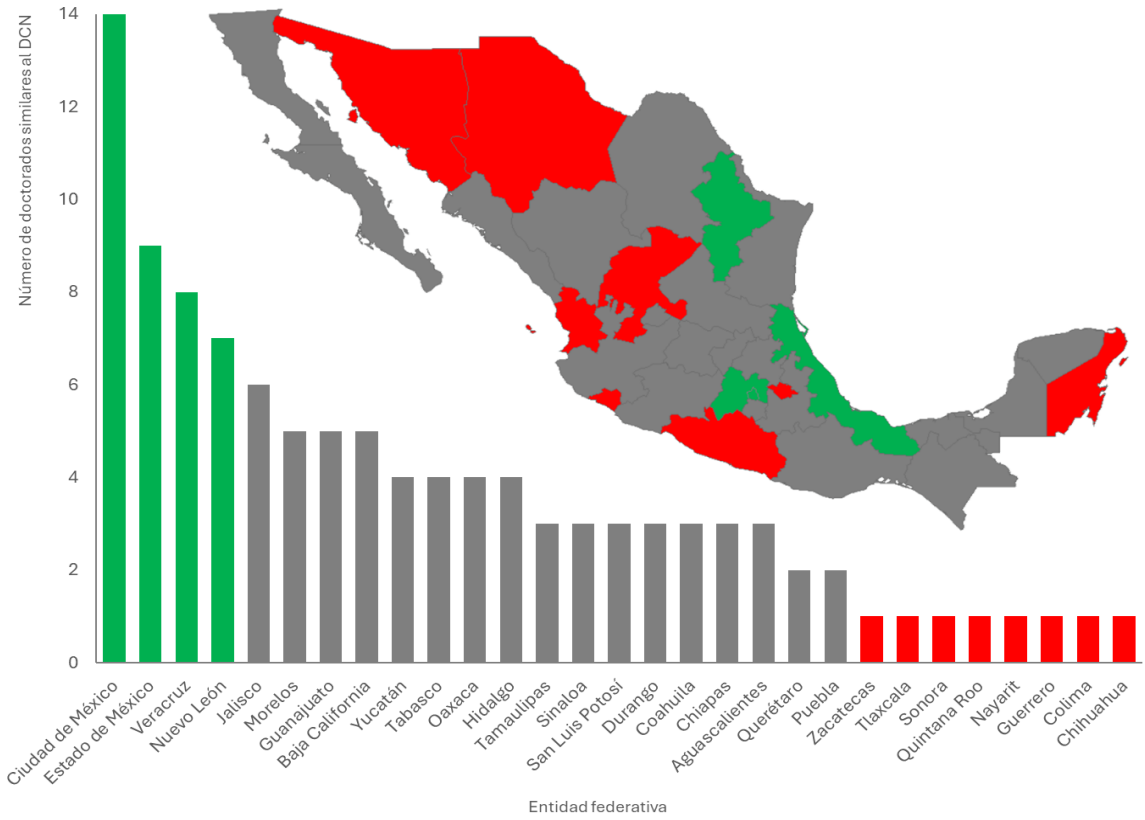


Figura 1. Número de programas de Doctorado similares al Doctorado en Ciencias Naturales (DCN), ofrecido por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, por entidad federativa y su representación geográfica a nivel nacional. En verde se presentan las entidades federativas con mayor número de programas de Doctorado afines al DCN, mientras que en rojo se resaltan las entidades federativas con menor número de programas doctorales afines al DCN, las entidades federativas que no cuentan con programas similares al DCN, no se presentan en la figura. Fuente: https://secihti.mx/consultas-snp/

En relación con la demanda educativa, de acuerdo con datos de CONAHCYT (ahora SECIHTI), en el semestre agosto-diciembre 2024 se contabilizaron 8,213 estudiantes becados estudiando una maestría reconocida por el SNP en las áreas II Biología y Química y VI Biotecnología y Ciencias Agropecuarias. A nivel regional, destacan la Ciudad de México con 1,869 estudiantes de maestría, seguida del estado de México con 612; por su parte, los estudiantes de maestría en Puebla y Guerrero eran 171 y 141, respectivamente (Figura 1). En la UAEM, hay 175 estudiantes de maestría con beca en las áreas II y VI, de los cuales, 86 están matriculados en los tres programas de maestría

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBγC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

de la DES de Ciencias Naturales. Estos números reflejan que existe una demanda potencial de maestros en las áreas afines a las ciencias naturales, tanto a nivel nacional, como regional y estatal, que buscan integrarse a un programa de doctorado en ciencias naturales. El programa de DCN ha recibido estudiantes de otros estados de la república mexicana como Chiapas, Ciudad de México, Coahuila, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco, Zacatecas, entre otros. Además, se han incorporado estudiantes procedentes de países como Bolivia, Colombia, Cuba, Perú e India.

3.6 Análisis comparativo con otros planes de estudio

Como se mencionó en el punto anterior, a nivel nacional existen 108 planes de estudios de doctorado similares al Doctorado en Ciencias Naturales reconocidos por el SNP (Consultas SNP – CONAHCYT, 2024). Estos 108 planes de estudios se muestran en el Anexo I. En ninguno de los programas presentados se considera la integración de la biotecnología con la biología evolutiva y la conservación, lo cual dificulta un análisis comparativo. Solo tres planes de estudios fueron comparados en virtud de la cercanía temática y las similitudes en las áreas de investigación.

Uno de los programas educativos que contempla parte de esta innovación es el Doctorado en Ciencias en Ecología y Biotecnología Aplicada de la Universidad Veracruzana (UV), pero deja fuera la Conservación, este programa educativo fue reconocido en 2016 como un doctorado consolidado. Se consideró a uno que también se oferta en el estado de Morelos, el Doctorado en Ciencias en Desarrollo en Productos Bióticos del CEPROBI Instituto Politécnico Nacional, así como otro que se oferta en la vecina Ciudad de México, el Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) (Anexo II). Se realizó una tabla comparativa de 23 doctorados con características similares al DCN que incluye la sede, el objetivo del programa, su duración y el total de créditos.

Con respecto a los programas de posgrado de Instituciones de Educación Superior privadas con orientación a la investigación que cumplen con los Lineamientos (www.conahcyt.mx/wp-content/uploads/SNP/Descargas/CAT2E.pdf), solo tres programas

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

comparten elementos similares al DCN. Estos programas se listan en la Tabla 1.

Tabla 1. Programas de posgrado con orientación a la investigación de instituciones privadas que sí cumplen con los lineamientos del SNP-del CONAHCyT 2024, similares al Doctorado en Ciencias Naturales.

INSTITUCIÓN	ENTIDAD	PROGRAMA
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN BIOTECNOLOGÍA
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE AC	JALISCO	DOCTORADO EN HÁBITAT Y SUSTENTABILIDAD

El DCN promueve el trabajo interdisciplinario mediante la interacción entre las LGAIC+PC y seminarios, la conformación de comités tutorales y el fomento a la realización de proyectos interdisciplinarios dirigidos por investigadoras e investigadores de alto nivel académico, miembros del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) y con Perfil Deseable (PRODEP-SEP).

El Doctorado en Ciencias Naturales cuenta con dos áreas de conocimiento 1) Biotecnología y 2) Biología Evolutiva y Conservación. A través de estas, el estudiantado desarrolla proyectos enfocados a la generación de conocimiento original y de frontera que incidan en la resolución problemáticas en los ámbitos de la salud humana y animal, la evaluación y modificación del ambiente, estudios de diversidad genética y ecológica de poblaciones, el diseño de nuevas estrategias para la mejora de cultivos y la producción sostenible, la mitigación del cambio climático y remediación ambiental. Estos aspectos son de gran relevancia, no solo en el contexto de México, sino también en el ámbito internacional, debido a lo anterior existen diferentes programas doctorales distribuidos a nivel global con objetivos y líneas de investigación afines con el Doctorado en Ciencias Naturales.

Con fines comparativos se realizó una búsqueda de programas Doctorales en el contexto latinoamericano, incluyendo países de habla hispana con un desarrollo económico similar al de México, tales como Argentina, Chile, Colombia, Ecuador y Perú. Esta búsqueda reveló

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

51 programas de Doctorado ofertados por diversas universidades en países latinoamericanos (ver Anexo III): Argentina: seis, Chile: 23, Colombia: 12, Ecuador: uno, y Perú: nueve. Estos programas Doctorales son ofertados por 26 Universidades, cuatro en argentina (15.4%), 11 en Chile (42.3%), cuatro en Colombia (15.4%), una en Ecuador (3.8%) y seis en Perú (23%), entre este conjunto de universidades, la Universidad de Chile destaca con una oferta de siete programas y la Universidad Nacional de Colombia con cinco programas. De acuerdo con el análisis de los nombres, objetivos y líneas de investigación, de los 51 programas identificados, 29 presentan una relación más cercana con la Biotecnología, 12 con la Biología Evolutiva y Conservación y 10 son programas que abordan temáticas afines, con aspectos que pueden incluir ambas líneas de investigación.

3.7 Evaluación del programa educativo a reestructurar

a) Evaluación interna programa educativo

Programa educativo

La formación multidisciplinaria de las personas en formación del DCN ha permitido incrementar la capacidad para generar saberes que respondan a las problemáticas actuales y retos en el ámbito de las Ciencias Naturales. El DCN favorece la formación integral de las personas en formación a través de un proceso consciente y de carácter continuo, enfocado a la adquisición de experiencias en términos de valores y la autodirección. Las personas en formación del DCN son acompañadas a lo largo de su trayectoria académica por la directora o director de tesis, un comité tutoral quienes en su conjunto las orientan durante el desarrollo de su proyecto de investigación y ayudan a resolver problemas de tipo académico. Esto contribuye al incremento de la eficiencia terminal y retención.

La calidad educativa del DCN se fortalece a través de la colaboración académica con Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación y Empresas. Esto ha permitido la formación y participación en redes temáticas con organizaciones

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

internacionales y la firma de convenios con instituciones educativas extranjeras (por ejemplo, la Universidad Leiden, Países Bajos y Montpellier, Francia). El DCN promueve la movilidad estudiantil como una forma de acercarse a nuevos ámbitos y estilos del conocimiento, lo cual permite dar respuesta a las necesidades sociales desde una perspectiva global, así como acceder a infraestructura científica de frontera que permiten realizar investigación científica de alto nivel. Sin embargo, la falta de recursos financieros destinados para la realización de actividades de movilidad, estancias académicas y asistencia a eventos académicos afecta la consolidación de la cooperación con instituciones del extranjero.

La Comisión Académica Interna del DCN se reúne cada semana, con el fin de analizar e identificar las áreas de oportunidad en los ámbitos administrativo y académico, y se realizan minutas que describen los acuerdos y acciones a realizar. En la reestructuración curricular del DCN de 2015, las áreas a mejorar fueron: requisitos de obtención de grado, planta académica, mapa curricular (total de horas de los seminarios temáticos), temporalidad del examen de inglés, permisos de movilidad, reportes tutorales, perfiles de ingreso y egreso, tutores externos, metas cualitativas, así como la productividad de las y los PITC con relación a las LGAC que sustenta el programa. Una vez concluido este análisis, se realizó la revisión total del plan de estudios.

Para dar cumplimiento a estas metas, en 2019 la Comisión revisó el plan de estudios del DCN y se realizó una reestructuración curricular en los siguientes puntos: a) Requisitos para la continuación de la beca estudiantil; b) Incorporar el tutoral 0 durante el primer mes del primer semestre; c) Envío del artículo derivado de la tesis entre el quinto y sexto semestre; d) La posibilidad de integrar profesores externos (SNI I a emérito) como directores de tesis, hasta un 10% del total de los profesores que conforman el NA; e) Se integraron las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento en una sola por cada área, quedando Área de Biología Evolutiva y Conservación (LGAC: Biología Evolutiva y Manejo de Recursos Naturales) y Área de Biotecnología (LGAC: Producción de Moléculas Bioactivas y Biorremediación).

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

En febrero de 2021, la Comisión Académica Interna y el Núcleo Académico revisaron el plan de estudios y realizaron cambios en la redacción para precisar la integración del comité tutoral, así como también algunos de los requisitos de ingreso, permanencia y egreso con apego al Reglamento General de Estudios de Posgrado de 2020. La modificación de los requisitos tuvo como objetivo dar una mayor claridad a los requisitos de ingreso, permanencia y egreso del programa de Doctorado en Ciencias Naturales.

En octubre de 2022 la Comisión Académica Interna y el Núcleo Académico analizaron el impacto de la pandemia de COVID-19 en las actividades académicas y de investigación de los estudiantes inscritos en el plan de estudios 2019, llegando a la conclusión de ampliar el periodo para el envío del artículo de investigación hasta el séptimo semestre, con el objetivo de dar oportunidad a los estudiantes que fueron afectados por el cierre de las unidades académicas desde marzo de 2020 hasta finales de 2021. La modificación de este requisito de permanencia en el plan de estudios permitió mantener la calidad de la formación académica de las y los estudiantes, así como de los proyectos de tesis y artículos derivados de éstos.

En 2025 se realizó la reestructuración curricular del plan de estudios, en el que se actualizó el inventario de los recursos materiales con que cuenta el DCN, se realizó un análisis comparativo con otros planes de estudio del país y de otros países de Latinoamérica, se integraron nuevas unidades de aprendizaje, se actualizó la información de las ofertadas previamente, y se actualizaron los fundamentos del contexto socioeconómico y cultural. En el mapa curricular se actualizó el número de créditos y que la presentación del examen predoctoral se podría realizar a más tardar en el octavo semestre una vez enviado el artículo de investigación entre el quinto y séptimo semestre.

Estudiantes

Desde su creación en el 2010 y hasta febrero de 2025 han ingresado al programa 180 estudiantes, de los cuales 105 estudiantes se han graduado y 54 están actualmente matriculados, con un ingreso promedio de 12 estudiantes por año. Hasta ahora sólo 21

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

estudiantes han causado baja por no cumplir con las actividades académicas contempladas en el plan de estudios. Del total de las personas graduadas, 72 han obtenido el grado de doctora o doctor en tiempo, lo que indica una eficiencia terminal del 68.57 % (2010 – 2025). Cabe destacar que esto refleja un incremento del 50% en el 2015 al 52.7% en el 2020, gracias a diversas acciones emprendidas por la Comisión Académica Interna del DCN.

Personal académico

La DES de CN está conformada por una plantilla de 86 Profesoras Investigadoras y Profesores Investigadores de Tiempo Completo (PITC), de los cuales 73 (84.88.%) cuentan con doctorado y 62 (72.09.%) pertenecen al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII). En lo que respecta a los Cuerpos Académicos (CA), la DES cuenta al 2025 con 21, 12 en el nivel consolidado, seis en consolidación y tres en formación. Una de las fortalezas es que la DES de CN cuenta con CA formados por PITC con adscripción a otras Unidades Académicas lo que contribuye a la vinculación al interior de la UAEM. Cuatro CA son compartidos por dos o tres Unidades Académicas, uno de los cuales está consolidado y tres están en consolidación, y cuatro más se han formado con PITC con adscripción a Unidades Académicas de otras DES de la UAEM. Además, el núcleo académico del DCN está conformado por 33 PITC pertenecientes al SNII (100%), de los cuales, dos PITC cuentan con nivel 3 (6.06%), 14 son nivel 2 (42.42%) y 16 son nivel 1 (48.48%).

Aunque se cuenta con esta alta capacidad académica, uno de los indicadores a atender son los procesos de formación de la persona docente en el esquema del trabajo en competencias, así como de tutoría para la realización de trabajos colegiados. Además, cerca del 50% de las y los PITC que conforman la DES de CN cumplen con los requisitos para jubilarse, por lo que es importante asegurar que las plazas sean cubiertas por personal habilitado y del área, para no impactar negativamente en el programa educativo de Doctorado.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

Infraestructura

La infraestructura de la DES de ciencias naturales empleada por el programa de Doctorado, incluye aulas equipadas con mesas, sillas, computadoras, proyectores y pantallas electrónicas con capacidad para entre 12 y 30 personas, y cinco salas de seminarios con capacidad de 60 personas cada una. También se cuenta con acceso a auditorios para eventos como congresos y conferencias. Se dispone de una biblioteca con más de 500 libros especializados, y acceso a bases de datos como Wiley y JSTOR. La infraestructura también incluye centros de cómputo, 20 laboratorios de investigación, espacios de trabajo administrativo, así como colecciones científicas certificadas y una estación biológica en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. Esta infraestructura ofrece condiciones adecuadas para la formación académica y la investigación. No obstante, se requiere asegurar la actualización y el mantenimiento de estos recursos de manera continua.

b) Evaluación externa

En el 2020, se realizaron observaciones en la evaluación plenaria por pares académicos del CONACyT (ahora SECIHTI), principalmente en los rubros de núcleo académico, dirección de tesis y eficiencia terminal. A continuación, se presenta a manera de tabla dichas observaciones y cómo se han atendido por el DCN (Tabla 2).

CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Tabla 2. Atención y cumplimiento de las recomendaciones y juicios de valor emitidos en la evaluación del programa en 2020.

Dictamen de la evaluación plenaria de CONACYT	Cómo se atendió por el DCN y por la UAEM
CRITERIO: Núcleo Académico 4. El NA se involucra activamente en trabajos colaborativos en red con diversos actores de la comunidad académica y de los sectores de la sociedad intercambiando conocimientos, capacidades, tecnología e innovación. EVALUACIÓN: SUFICIENTE JUICIO DE VALOR: Se han realizado trabajo colaborativo entre los profesores integrantes del NA, trabajan activamente con los sectores tanto productivos, como social, existe, una gran cantidad de convenios de colaboración. Aunque no se observa una clara interacción con miembros de otros núcleos académicos (no hay evidencias al respecto).	Se establecieron: -Los mecanismos para contar con las evidencias de la vinculación. - Comisión por unidad académica y coordinador por la DES
CRITERIO: Seguimiento de la trayectoria académica, tutorias y dirección de tesis 3. La relación estudiante/profesor para los posgrados de orientación a la investigación. EVALUACIÓN: NO CUMPLE JUICIO DE VALOR: A pesar de que en promedio la relación estudiante profesor de ambas líneas de investigación está por debajo de tres alumnos. Al revisar de forma particular la cantidad de estudiantes vigentes por profesor, hay algunos que son directores de tesis de más de tres estudiantes de manera simultánea.	Se regula el número de estudiantes para profesores que excedan el número permitido por el CONAHCYT y el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM.
CRITERIO Efectividad del posgrado: tasa de graduación y eficiencia terminal 3. Proporción de los estudiantes de una cohorte generacional que concluyen sus estudios y obtienen su grado académico, con base en el tiempo establecido en el plan de estudios más 12 meses de margen. EVALUACIÓN: SUFICIENTE JUICIO DE VALOR: El programa ha mejorado en su porcentaje de graduación en los últimos 2 años, sin embargo, al considerar en promedio de los últimos 5 años el promedio está por debajo del 60% de graduación.	Se continua con las estrategias para incremento del egreso de los estudiantes con eficiencia terminal. Reuniones colegiadas semestrales de la Comisión Académica del DCN con los estudiantes y directores de tesis para revisar la trayectoria académica. Al 2025, la tasa de graduación es superior al 60% (68.57%).

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

Encuesta de egresados

En 2025 se realizó la encuesta a las personas egresadas del DCN y un total de 18 respondieron la encuesta, en la cual se abordó el nivel de satisfacción respecto a los resultados obtenidos en sus estudios de posgrado. En cuanto a esta pregunta, el 22% de las personas encuestadas expresó que su satisfacción fue buena, el 44% la consideró muy buena y el 28% la calificó como excelente. Sobre el impacto del doctorado en su desarrollo profesional, el 78% indicó que este fue superior al que poseían antes de obtener el grado. En relación con los conocimientos, habilidades, destrezas y competencias adquiridos durante el doctorado, el 22% los consideró buenos, el 50% muy buenos y el 22% los calificó como excelentes. Además, el 78% de las personas encuestadas afirmó que las habilidades y destrezas adquiridas les han sido útiles y las han aplicado en su desarrollo profesional. Por otro lado, dos de los aspectos que se requiere mejorar es la administración escolar, de tal manera que sea eficiente y que brinde certeza a la persona en formación de todos los procesos académicos que realizan, y los apoyos económicos para que puedan llevar a cabo movilidad, tanto nacional como internacional.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

4.PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

El programa del DCN se cursa en modalidad escolarizada presencial, orientado a la investigación, tiene una duración de ocho semestres. Cuenta con un mapa curricular flexible que consta de 148 créditos en el que no existe la seriación de unidades de aprendizaje, está conformado por dos ejes generales de la formación: teórico y de investigación, ligados a dos LGAIC+PC. El estudiantado de este programa cuenta con una persona quien dirige la tesis y comités tutorales que permiten la formación individualizada, lo que garantiza su adecuada formación multidisciplinaria, mediante la revisión y actualización permanente de contenidos temáticos, en función de las necesidades del estudiantado.

Es un doctorado multidependencia en el que participan tres centros de investigación (Centro de Investigación en Biotecnología, Centro de Investigaciones Biológicas y Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación), y la Facultad de Ciencias Biológicas. El programa de doctorado está basado en el modelo educativo constructivista centrado en estrategias y acciones de intervención para favorecer las competencias, formación y el aprendizaje significativo del estudiantado, se centra en dos distintos ejes de la formación: seminarios teóricos y seminarios de investigación.

Además, se promueve la realización de estancias en otras instituciones, asistencia y participación en congresos, simposios y coloquios, entre otros. Fomenta la movilidad académica del estudiantado hacia otras unidades académicas de la UAEM y otras instituciones educativas nacionales y extranjeras. Promueve la realización de estancias académicas y de investigación para estudiantes y profesorado en sectores productivos y académicos, entre otros. Permite que docentes de otras unidades académicas nacionales e internacionales apoyen los procesos de formación del estudiantado, colaborando en la impartición de seminarios, recibiendo estudiantes en sus instituciones y formando parte de los comités tutorales.

El estudiantado obtiene su grado al presentar y aprobar ante un jurado de examen en forma oral y escrita los resultados de un trabajo de investigación original (tesis).

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

5. OBJETIVOS CURRICULARES

El presente plan de estudios para el Doctorado en Ciencias Naturales es una propuesta integral que define el camino hacia la excelencia investigativa y la innovación en el ámbito de las ciencias. En este apartado se presenta el objetivo general del programa, orientado a formar líderes capaces de generar conocimiento transformador, complementado por objetivos específicos que estructuran la formación en áreas multidisciplinarias y el desarrollo de metodologías avanzadas. Asimismo, se establecen metas claras que buscan consolidar una comunidad académica comprometida con la investigación de vanguardia y la solución de problemáticas ambientales, biológicas y tecnológicas, posicionando al programa como un referente en el campo científico.

5.1 Objetivo general

Formar doctoras y doctores en ciencias naturales, a través del desarrollo de habilidades, conocimientos teóricos y experimentales en investigación científica de excelencia y vanguardia, que permita la propuesta de soluciones a problemas relacionados con el área de las ciencias de la vida, a nivel nacional e internacional.

5.2 Objetivos específicos

- Aplicar conocimientos teóricos de vanguardia en las áreas de Ciencias Naturales cursando unidades de aprendizaje ad hoc a la línea de investigación que les permitan participar y colaborar en grupos de investigación.
- Desarrollar proyectos de investigación a través de la generación de conocimiento de calidad plasmado en artículos científicos, de divulgación, así como reuniones académicas para proponer soluciones a problemas de las Ciencias Naturales que puedan incidir de manera innovadora en la sociedad.
- Fortalecer capacidades que generen proyectos de investigación de excelencia propiciando el aprendizaje basado en el método científico para la promoción de colaboraciones académicas y generación de productos científicos con grupos de investigación nacionales

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

e internacionales.

5.3 Metas

- El 100% de los de las personas en formación por cohorte generacional habrán aplicado conocimientos y habilidades para desarrollar investigación básica y aplicada en las áreas de biotecnología, biología evolutiva y conservación.
- El 100% de las personas en formación del programa por cohorte generacional habrán realizado una o más actividades de difusión en foros científicos.
- El 80% de las personas en formación por cohorte generacional, habrán realizado actividades de, investigación y/o movilidades vinculadas a convenios intra e interinstitucionales que favorezcan el desarrollo de los proyectos de investigación.

6. PERFIL DEL ALUMNO

En este apartado se presenta el perfil de ingreso que debe cubrir la persona que aspira ingresar al Doctorado en Ciencias Naturales.

6.1 Perfil de ingreso

Quien aspire a ingresar a este programa deberá reunir los siguientes criterios:

CONOCIMIENTOS

- Contar con conocimientos de una maestría en áreas afines con las ciencias naturales.
- Contar con el dominio o comprensión del idioma inglés

HABILIDADES

- Contar con capacidad de análisis y manejo de información.
- Tener pensamiento crítico y argumentación con bases científicas para plantear y desarrollar proyectos de investigación sobre desarrollo biotecnológico, biología evolutiva y conservación.
- Utilizar las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Plantear preguntas de investigación relevantes en las LGAIC+PC que postula el DCN.
- Trabajar en equipo y de manera independiente.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

- Identificar problemas en los sectores ambiental, agrícola y de salud, que les permitan coadyuvar a la solución de estos a través de estrategias de acuerdo con su formación.

VALORES

- Mostrar una actitud con alto sentido de responsabilidad, ética, compromiso y motivación.
- Mostrar respeto por el entorno social y por los recursos naturales.
- Respetar las ideas de sus colegas estudiantes y del profesorado.
- Contar con responsabilidad para el cumplimiento de las actividades académicas y de investigación.
- Respetar la diversidad y la multiculturalidad.
- Tener compromiso con el medio sociocultural y preservación del medioambiente.

ACTITUDES

- Ser colaborativo.
- Capacidad para la toma de decisiones a partir de la razón y el análisis de las situaciones.
- Apertura ante la crítica relacionada a su desempeño profesional y académico.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.

Proceso de selección

Las personas interesadas en ingresar al DCN, deberán participar en el proceso de selección que consiste en dar seguimiento a lo establecido en la convocatoria y cubrir las fases consideradas para tal efecto.

El proceso inicia con la emisión de la convocatoria, la cual se publica de manera semestral en los meses de enero y agosto, a través de diversos medios de divulgación: posters, trípticos, anuncios insertados en la página electrónica institucional de la UAEM (https://www.uaem.mx/admision-y-oferta/posgrado/doctorado-en-ciencias-naturales/) y en la DES de Ciencias Naturales, spots o promocionales transmitidos en Radio UAEM, anuncios en la Gaceta Universitaria, entre otros.

El proceso de ingreso es el siguiente:

A) Las personas aspirantes interesadas presentarán de manera electrónica toda la documentación requerida en la convocatoria y que es la siguiente.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

1. Acta de nacimiento.
2. Certificado con promedio mínimo de 8.0.
3. Título de maestría en áreas afines a las Ciencias Naturales.
4. Solicitud de admisión.
5. Carta ética.
6. CURP.
7. Identificación oficial.
8. Currículum vitae con documentos probatorios.
9. Documento que acredite el nivel TOEFL IBT (mínimo 45 puntos) TOEFL ITP (mínimo 450 puntos) del idioma inglés. El documento será expedido por instituciones públicas o particulares que cuenten con alguna certificación de la enseñanza de lenguas extranjeras por organismos internacionales o avalada por autoridades federales o estatales competentes. Cualquier documento de esta índole deberá tener máximo una vigencia de hasta dos años de antigüedad contados a partir de la fecha de su expedición. Las personas aspirantes extranjeras cuya lengua materna no sea el español, deberán presentar un documento que acredite el dominio del idioma español.
10. Escrito de anteproyecto de tesis avalado por un investigador experto en el tema de investigación.

Una vez revisada y aprobada la documentación se notificará que la persona aspirante puede proceder al pago del proceso de selección.

Posteriormente la Coordinación del DCN envía de manera electrónica el día y la hora para la aplicación del examen de conocimientos generales.

El anteproyecto se revisa por un comité de personas investigadoras, y deberá ser presentado y defendido ante este comité. Se notificará a la persona aspirante, el día y hora de la presentación.

La persona aspirante, deberá acreditar (la calificación mínima aprobatoria es 6) el examen general de conocimientos el cual evalúa dos áreas del conocimiento: Biotecnología o Biología Evolutiva y Conservación, para lo cual se cuenta con una guía de estudios (ANEXO IV) que se genera y difunde en cada convocatoria de ingreso.

Después de realizar los exámenes, la persona aspirante deberá presentar una entrevista ante la Comisión Académica Interna del DCN donde se analizarán sus aptitudes y actitudes.

La Comisión Académica Interna del DCN se reúne para analizar los resultados de cada una

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

de las etapas del proceso de selección, con base en la siguiente ponderación se seleccionan a las personas candidatas.

Evaluaciones que deberá realizar la persona aspirante	%
Examen de conocimientos	40
Defensa del anteproyecto de tesis	50
Entrevista	10
Total	100

Una vez finalizado el análisis se emitirá el acta en donde se avalan los resultados del proceso de selección, para entonces generar las cartas de aceptación correspondientes.

La persona aceptada realizará el proceso de inscripción de manera presencial en la Jefatura de Servicios Académicos de la unidad operativa.

6.2 Perfil de egreso

A lo largo del doctorado, se buscará que la persona estudiante desarrolle las siguientes competencias: básicas, genéricas y laborales (Modelo Universitario 2022), y que integran criterios cruciales del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES).

6.2.1 Competencias básicas

Lectura, análisis y síntesis

Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica.

Comunicación oral y escrita

Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado.

Aprendizaje estratégico

Aplica conocimientos, habilidades técnicas y metodologías para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento.

Razonamiento lógico-matemático

Aplica modelos matemáticos descriptores de la evolución, la ecología y la dinámica celular, integrándolos en el análisis e interpretación de datos de investigación, para la generación de conocimiento original en los campos de la biotecnología y la evolución y conservación de la biodiversidad.

Razonamiento científico

Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis

6.2.2 Competencias genéricas
A. Cognitivas-metacognitivas

Resolución de problemas

Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico.

Pensamiento crítico

Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos.

Creatividad

Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas.

B. Socioemocionales genéricas

Trabajo colaborativo

Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Orientación al logro

Muestra resiliencia ante problemas experimentales y en el manejo de herramientas digitales, para la finalización del proyecto de investigación, con la búsqueda de soluciones alternativas informadas.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Gestión emocional

Reconoce áreas de oportunidad para mejorar el diseño experimental y la interpretación de resultados experimentales, a través de los procesos de revisión de manuscritos y textos científicos.

Apertura a la experiencia

Evalúa innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, con participación en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Relación con otros y otras

Colabora con otras personas de acuerdo al contexto en el que se encuentra, de forma empática, ética, efectiva y asertiva, para construir relaciones profesionales sólidas, participando en debates académicos, proyectos de investigación, y en actividades interdisciplinarias.

C. Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos a través de la búsqueda de información con análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

Creación de contenidos digitales

Emplea diferentes tecnologías digitales con el objetivo de expresar conocimientos e ideas en distintos formatos de forma accesible, mediante la programación y elaboración de instrucciones en un sistema informático en la resolución de un determinado problema o tareas específicas.

Resolución de problemas técnicos

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

D. Socioculturales genéricas

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Integridad personal

Actúa con respeto, honestidad y rectitud para realizar acciones, toma de decisiones, con un compromiso ético en beneficio del bien común, mediante el análisis de las situaciones que sean coherentes con su estructura de valores y principios éticos

Comunicación en un segundo idioma

Comunica resultados de investigación para difundir el conocimiento científico, a través de la participación en colaboraciones, redes, eventos internacionales, y escritura de artículos científicos y de divulgación en un segundo idioma.

Interculturalidad

Integra perspectivas culturales diversas para la incorporación del factor de la problemática social en el diseño, desarrollo y aplicación de la investigación científica que contribuyan a la pertinencia y sostenibilidad de la investigación de manera ética y contextualizada, promoviendo enfoques interculturales.

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Emprendimiento

Genera ideas, procesos, desarrollos tecnológicos y prototipos relacionados a su proyecto de investigación, para dar solución a situaciones condicionantes en un escenario de oportunidad a través del uso de sus habilidades como la comunicación, innovación, creatividad, trabajo en equipo, negociación y liderazgo

6.2.3 Competencias laborales

A. Específicas disciplinares

Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Evalúa las problemáticas asociadas con la conservación de la biodiversidad y la salud humana, para plantear soluciones de mejora de las mismas, mediante la formulación de diagnósticos científicos y estrategias de solución en diferentes niveles de organización biológica, desde el genético hasta el ecosistémico.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Incorpora análisis críticos de factores socioculturales, históricos, económicos y políticos en la comprensión integral de los sistemas socioecológicos, para generar estrategias de conservación formulando estrategias de conservación que reconozcan e integren la dimensión humana en la biodiversidad.

B. Transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

7. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

A continuación, se presenta en qué consiste la flexibilidad del programa educativo y los ciclos de formación y ejes generales de la formación, las tutorías, la vinculación las líneas de generación y aplicación innovadora del conocimiento y producción cultural.

7.1 Flexibilidad curricular

El mapa curricular propone los periodos lectivos para llevar a cabo las actividades académicas, sin embargo, también se promueve la flexibilidad del programa, ya que las personas en formación pueden adelantar actividades académicas de acuerdo con su desempeño de común acuerdo con el comité tutoral, el que previamente ha sido avalado por la Comisión Académica Interna del programa.

a) Oferta educativa diversificada

Las unidades de aprendizaje se ofertan semestralmente de forma continua. Además, el estudiantado puede cursar créditos curriculares dentro o fuera de la UAEM en alguna institución nacional o internacional. Estas unidades de aprendizaje deben ser ofertadas por programas de doctorado y cumplir con un mínimo de 60 horas

b) Reformulación de la estructura curricular

Los ejes generales de formación se vinculan con las líneas de generación y aplicación innovadora del conocimiento + producción cultural (LGAIC+PC) del programa y con otras de los diferentes cuerpos académicos y/o grupos de investigación nacionales o internacionales con el objetivo de enriquecer la formación académica y de investigación de las personas en formación. El plan de estudios posibilita la movilidad académica y de investigación de estudiantes hacia otras unidades de la UAEM y otras instituciones educativas nacionales y extranjeras.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

c) Itinerarios de formación

La persona estudiante elige junto con quien dirige su proyecto de investigación y el comité tutoral, las unidades de aprendizaje que puede cursar en programas educativos de las unidades académicas participantes en el programa, en otras unidades académicas de la UAEM (CIDC, Facultad de Ingeniería Química, Facultad de Farmacia, CIICAP, entre otras) y otras instituciones educativas nacionales (UNAM, CINVESTAV, UAQ, CYCY, BUAP, entre otras) y extranjeras (Universidad Javeriana de Colombia; entre otras), diseñando su propia trayectoria académica y requerimientos de su proyecto de investigación, tomando en cuenta además sus estilos de aprendizaje, que le permitan avanzar satisfactoriamente. Así también, la adopción de estrategias que favorezcan las trayectorias académicas como la incorporación de un sistema de comité tutoral conformado por el director o directora de tesis y comité tutoral destinado a guiar los procesos de formación, que permitan el reconocimiento de las competencias adquiridas con el propósito de favorecer la inclusión y la atención a la diversidad del estudiantado.

d) Temporalidad

De acuerdo a su proyecto de investigación, el estudiantado tiene la posibilidad de tomar decisiones sobre la temporalidad de su trayectoria académica con el acompañamiento de quien dirige la tesis y el comité tutoral. Tiene, por ejemplo, la opción de decidir en qué semestres cursar las unidades de aprendizaje. Es importante tomar en cuenta los tiempos requeridos del programa educativo para ir cumpliendo los créditos como lo marca el plan de estudios. Las unidades de aprendizaje deben cursarse idealmente entre el primero y séptimo semestre. En caso de que el estudiantado haya completado el proyecto de investigación se podrán evaluar dos seminarios de investigación en un mismo semestre a partir del quinto semestre.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

e) Multimodalidad

Se hace uso de tecnologías para incorporar estrategias para el desarrollo de competencias específicas relacionadas con las Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digital (TICCAD), como por ejemplo el dominio de plataformas educativas como Moodle y Teams, espacios virtuales contemplados por la institución para la docencia, que permiten a las personas en formación adquirir una cuenta de correo institucional de manera gratuita, además de tener acceso a diferentes herramientas digitales, que le permiten adquirir el conocimiento necesario para participar en reuniones virtuales, de recibir y enviar información de manera rápida y oportuna, construcción de documentos digitales de diferente índole como procesador de textos, hojas de cálculo, presentaciones, edición de información en audio y video entre otros. Así también, la persona en formación desarrolla competencias para la búsqueda de información en la biblioteca digital de la UAEM que le permiten indagar en bases de datos a nivel nacional e internacional NCBI, SWISS Protein, INEGI, Maximinom, Etnoflora de Morelos, Redalyc, DiaInet, Ebsco, Scielo, entre otras; además de fomentar el trabajo en red dentro y fuera de la institución.

f) Movilidad

El plan de estudios contempla la posibilidad de que el estudiantado realice estancias cortas con grupos de investigación nacionales o internacionales que participen en colaboración. La movilidad de las personas en formación se logra mediante el acceso a los apoyos financieros obtenidos a partir de diversas instancias, así como por proyectos individuales. Quienes realicen movilidad deben presentar a la Comisión Académica Interna un plan de trabajo de la estancia previamente avalado por el director o directora de tesis.

En relación con la movilidad (trabajo de campo, cursos, congresos, etc) tanto la persona en formación como el director o directora de tesis deberán informar a la Coordinación del DCN al menos con una semana de anticipación, llenando los formatos correspondientes y

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

apegándose al artículo 50, numeral I del RGEP Este procedimiento puede realizarse vía correo electrónico.

g) Autonomía y autorregulación en la formación

Se incorporan estrategias de aprendizaje y mediación formativa en ambos ejes generales de la formación que enfaticen los procesos de apropiación y construcción del conocimiento como son la solución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos con el objetivo de fomentar y fortalecer la autorregulación y autonomía del estudiantado en la toma de decisiones autónomas e independientes en su proceso de formación.

h) Vinculación con los sectores sociales

El plan de estudios del DCN también contempla la vinculación con sectores sociales durante el desarrollo de los proyectos de investigación, entre los que se encuentran trabajo de campo en diferentes regiones del país. Se realiza investigación con vida silvestre y pobladores en áreas naturales protegidas y ejidos. También se realiza investigación en poblados. Se plantean experimentos en campo para resolver preguntas a problemas globales. Por ejemplo, disturbios ambientales como el calentamiento, la deforestación, la ganadería, la minería, el uso de agroquímicos, el impacto en acuíferos y la relación con la salud ambiental (incluyendo la humana), y la diversidad. Además, 1) se realizan experimentos para proponer alternativas de restauración ecológica; 2) se gestiona con los pobladores y ejidatarios su aprobación al realizar investigación en sus tierras y poblados. 3) se aplican herramientas de análisis a diferentes niveles biológicos: células, tejidos, individuos, poblaciones, comunidades y ecosistemas. 4) se aplican análisis a nivel de paisaje que muestren el uso del territorio y su relación con la integridad ambiental.

7.2 Ciclos de formación

De acuerdo con el Modelo Universitario (2022), los ciclos de formación en el posgrado dependen del enfoque del programa educativo, para el caso del DCN, éste se orienta hacia

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBγC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

la investigación; además el Modelo Universitario sugiere dos ciclos: el básico y el especializado. Por lo que los ciclos de formación del DCN se relacionan estrechamente con los ejes generales de la formación: donde el ciclo básico corresponde al eje teórico y el especializado al eje de investigación (Tabla 3).

El DCN, por ser un posgrado en investigación, proporciona a la persona estudiante una amplia y sólida formación en el área de la biotecnología y de la biología evolutiva y conservación, buscando desarrollar las competencias y habilidades en estas áreas durante todo el doctorado a través de las unidades de aprendizajes, tesis de investigación, seminarios y actividades académicas relacionadas con los ejes generales de la formación. La Universidad del siglo XXI se caracteriza por el énfasis en la formación de posgrado, centrada en un adiestramiento metódico en investigación en un entorno interdisciplinario, cooperativo e internacional.

En general, la formación por competencias transferibles se debe realizar con un programa definido y organizado, que incluya diversos tipos de actividades en forma de seminarios y conferencias, procurando su incidencia sobre la realización del trabajo de tesis. Por lo que la finalidad del DCN proporcionar a la persona en formación, una construcción amplia y sólida en un campo de conocimiento con una alta capacidad crítica y creativa a través de investigaciones originales. Resulta importante reforzar el carácter interdisciplinar de esta formación en competencias transferibles, fomentando el contacto entre distintas disciplinas para fomentar la creatividad y la innovación.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Tabla 3. Ciclos de formación del Doctorado en Ciencias Naturales

Ciclos de formación	**Ciclo básico**				**Ciclo especializado**			
Ejes Generales de la Formación/ semestres	**1er. Semestre**	**2do. Semestre**	**3er. Semestre**	**4to. Semestre**	**5º. Semestre**	**6º. Semestre**	**7º. Semestre**	**8º. Semestre**
Teórico	**Seminario Temático:** Cascadas Tróficas o Bioquímica				-	-	-	-
	Seminario Temático: Bioestadística o Biología Molecular				-	-	-	-
Investigación	Seminario Investigación: Planteamiento Inicial del Proyecto	Seminario de Investigación: Proyecto Definitivo	Seminario de Investigación: Implementación Fase Inicial	Seminario de Investigación: Implementación Fase Avanzada	Seminario de Investigación: Resultados Preliminares	Seminario de Investigación: Resultados Finales	Seminario de Investigación: Borrador de Tesis	Seminario de Investigación: Tesis Final
	Seminario de Investigación 0	-	Examen de Permanencia	-	Examen Predoctoral			
	-	-	-	-	Envío del Artículo			

7.3 Ejes generales de la formación

El plan de estudios está conformado por dos ejes generales de la formación: el Teórico y el de Investigación, que complementan la formación del estudiantado. Cada eje está constituido por seminarios. A continuación, se describen los seminarios que conforman cada eje.

Eje teórico

En este eje la persona en formación adquiere conocimientos en las diferentes disciplinas de las Ciencias Naturales que permitan plantear el proyecto de investigación; dicho eje se conforma por dos seminarios temáticos equivalentes a 24 créditos. Los seminarios temáticos son unidades de aprendizaje que se cursan preferentemente del primero al cuarto semestre, y máximo hasta el sexto, en las unidades académicas de la UAEM o en otras instituciones de educación superior nacionales o internacionales. La persona en formación en conjunto con su directora o director de tesis y/o comité tutoral seleccionarán dos unidades de aprendizaje temáticas que consideren aptas y acordes al proyecto de

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

investigación (Anexo V).

Bioestadística. Al finalizar la unidad de aprendizaje la persona en formación contará con los criterios para establecer hipótesis de trabajo y selección de tipos de mediciones y análisis de datos que le permitan obtener conclusiones validadas por conceptos, terminología y procedimientos estandarizados de la estadística inferencial.

Bioinformática de proteínas. Proporcionar a las personas en formación los fundamentos básicos que le permita comprender el manejo de las bases de datos y programas de modelaje de proteínas empleados en la predicción de las relaciones estructura-función de proteínas, mediante clases teóricas, prácticas y la discusión de artículos relacionados al tema de una manera integral.

Bioquímica. El objetivo es fortalecer e integrar los conceptos básicos fundamentales que permite a la persona en formación comprender la importancia del metabolismo, a través de reacciones químicas organizadas en vías metabólicas, para la obtención de energía y su estrecha relación con el mantenimiento de la vida desde el punto de vista termodinámico. Esta unidad de aprendizaje examina, además, cómo la existencia de los seres vivos se debe estrictamente a las propiedades de las moléculas que los forman.

Biología Molecular. Aporta las bases teóricas de los diferentes procesos acontecidos en el dogma central de la biología molecular y revisa las herramientas moleculares empleadas actualmente (ciencias OMICAS) para resolver diversos ámbitos del ser humano y que impactan directamente en la biotecnología moderna, que busca hacer uso inteligente, respetuoso y sustentable de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnología eficaz, limpia y competitiva, para facilitar la solución de problemas importantes en sectores tales como el de la salud, el agropecuario, el industrial y del medio ambiente.

Cascadas Tróficas. La persona en formación analiza las cascadas tróficas que se han descubierto en diferentes ecosistemas acuáticos y terrestres para identificar nuevas cascadas cuyo restablecimiento contribuiría a la recuperación de ecosistemas dañados.

Cultura, Conservación y Educación Ambiental. El objetivo de esta unidad de aprendizaje es analizar la importancia de la diversidad cultural y biológica de México en la perspectiva del desarrollo rural, así como el papel de la organización comunitaria en la apropiación y defensa de la naturaleza. Además, el estudiantado identificará los pueblos nahuas de Morelos y expresiones de organización social, así como elementos de percepción sobre la naturaleza. Finalmente identificará la importancia de la organización social para la defensa del territorio.

Cultura, Medio Ambiente y Organización Social. En este curso se analizan algunos aspectos relacionados a problemáticas como la desigualdad y desconocimiento acerca de la diversidad biocultural, problemas de deterioro ambiental aunados a pérdida de identidades, del conocimiento tradicional sobre el manejo de recursos, conflictos por su posesión y debilitamiento de la organización comunitaria, con la finalidad de ampliar nuestra visión sobre el panorama del ámbito rural en nuestro país. Los principales objetivos son identificar los factores de carácter sociocultural que intervienen en la conservación

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

educación ambiental y valorar el estado que guarda el ambiente a nivel local y global. Además, se busca propiciar la comprensión, desarrollo y praxis de los preceptos de la educación para la sustentabilidad, a partir del impulso de un pensamiento complejo que propicie la gestación de nuevas ideas, valores, representaciones, simbolizaciones, actitudes y competencias que se traduzcan en estrategias creativas para lograr la sustentabilidad de la vida en el planeta.

Ecología conductual en el Antropoceno. Se enfatiza la respuesta conductual de animales a los múltiples estresores en el antropoceno. Se revisa la teoría en conductas fundamentales para la sobrevivencia y adecuación de los animales como reproducción, alimentación, sociabilidad y su relación con el disturbio humano y desde una perspectiva en ecología evolutiva.

Ecotoxicología. Pretende concientizar a las personas en formación sobre el efecto que tienen los contaminantes ambientales desde los genes hasta los ecosistemas, así como aprender las metodologías más utilizadas para evaluar los efectos de los xenobióticos. Por último, el alumnado adquirirá un conocimiento multidisciplinario con una visión crítica.

Fisiología de los microorganismos extremófilos. La unidad de aprendizaje busca la especialización del estudiantado en la investigación de los microorganismos que habitan ambientes extremos. Este curso sentará las bases para comprender los mecanismos moleculares y celulares que les permiten a estos microorganismos crecer en ambientes de baja o alta temperatura, pH ácido o básico, hipersalinidad, etc.

Macroevolución de Artrópodos Terrestres. La macroevolución estudia la evolución de la biodiversidad por encima de un taxón específico. El estudiantado estudiará las tendencias y transformaciones a gran escala de la historia de la vida utilizando múltiples líneas de evidencia: morfológica, molecular, y ontogénica. Incluye el registro fósil y las especies actuales. Este curso introduce a los participantes en el estudio de los procesos y patrones macroevolutivos de la diversidad de artrópodos terrestres a nivel de clados y linajes.

Métodos de investigación cualitativa. Centran a la persona en formación en comprender experiencias, perspectivas y comportamiento de las personas y los grupos en su contexto natural. Además, el curso permite profundizar en la recopilación de datos no numéricos como entrevistas, observaciones, documentos y material diverso con el objetivo de obtener una comprensión detallada y profunda del fenómeno de estudio.

Percepción Remota. El estudiante comprenderá los fundamentos teóricos que enmarcan la percepción remota y el empleo de imágenes satelitales, por una parte, y entenderá y aplicará algunas de las herramientas disponibles para obtener y procesar información derivada de la percepción remota, dentro del ámbito del estudio y conservación de la diversidad biológica.

Sistemática Filogenética. Proporciona una perspectiva de los diferentes enfoques para la generación de hipótesis filogenéticas (métodos probabilísticos, límites de especies, distancias) que incluya los argumentos filosóficos y metodológicos que operan en su

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBγC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

implementación, así como las habilidades prácticas necesarias para la recolección y análisis de los datos moleculares mediante el uso de programas especializados. Asimismo, se revisarán las bases y criterios para la selección y uso de caracteres moleculares, incluyendo la importancia del concepto de homología para este fin.

Genética Evolutiva: La genética evolutiva es el campo de análisis de la variación molecular para la inferencia cuantificación de los procesos evolutivos en genes, poblaciones y especies. En el curso se revisan los mecanismos moleculares del origen de la variación del ADN y los procesos que determinan la distribución de la variación genética en las poblaciones naturales. También, se revisan los modelos teóricos de la evolución molecular y las herramientas del análisis de secuencias para la inferencia filogenética y la evolución genómica. Los temas del curse enmarcan en el estudio de la biodiversidad y su posible aplicación en la conservación.

Ecología y Evolución de Plantas vasculares: Las plantas vasculares son el grupo dominante de todos los ecosistemas terrestres y comprenden a una amplia diversidad de especies que presentan una gran diversidad de sistemas reproductivos y adaptaciones al ambiente, con una compleja evolución genómica. Son productoras primarias de los ecosistemas y relevantes modeladoras del ambiente tienen estrechas interacciones ecológicas con animales, hongos y bacterias. Por lo que su estudio es de relevancia en diversas áreas de la biología y de la conservación.

Macroevolución y Sistemática Paleontológica: Durante este curso, el participante adquirirá conocimientos teóricos y desarrollará competencias en el uso de herramientas analíticas provenientes de la biología evolutiva, la sistemática paleontológica, la teoría de sistemas complejos y la simulación computacional, con el objetivo de explorar el registro fósil como un fenómeno macroevolutivo multiescalar.

Biología vegetal: Aborda los conocimientos que dieron origen a lo que se conoce sobre esta disciplina, como el surgimiento del Cultivo de Tejidos Vegetales, los conocimientos básicos de Anatomía y Morfología Vegetal que la sustentan y su uso y aplicaciones en otros campos del conocimiento. Posteriormente aborda el papel de las fitohormonas y su uso en la obtención de líneas celulares para la producción de metabolitos con diversas aplicaciones. Trata, además, sobre la obtención de células y raíces transformadas, el escalamiento de cultivos celulares en biorreactores y la edición de genomas entre otros temas. Los estudiantes que accedan a este curso, aprenderán a obtener cultivos celulares en condiciones de asepsia, proponer proyectos para la obtención de líneas celulares para la producción de moléculas bioactivas con diversas aplicaciones y proponer proyectos de fitomejoramiento o de otras aplicaciones en el campo de la agricultura.

Eje de investigación

Durante su tránsito por los ocho semestres que abarcan este eje, las personas en formación realizan trabajo de laboratorio o de campo según corresponda para desarrollar competencias en el planteamiento, análisis y resolución de problemas inherentes a la

U.A.E.M.
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

LGAIC+PC en la que se enmarca su proyecto de tesis doctoral. Tiene como objetivo dotar a la persona en formación de los conocimientos y habilidades necesarias para el desarrollo de su proyecto de investigación, de tal forma que pueda obtener y analizar resultados que le permitan contrastar las hipótesis planteadas en su proyecto, discutir sus hallazgos y redactar un documento de tesis que deberá ser presentado y defendido de manera oral ante un jurado *ad hoc* para la obtención del grado académico.

Este eje incluye ocho seminarios de investigación equivalentes a 124 créditos. Con base en el avance del proyecto de investigación el comité tutoral puede sugerir al estudiantado la posibilidad de presentar dos seminarios en una misma evaluación, a partir del seminario de investigación 5. La *flexibilidad curricular* en este eje se posibilita mediante un sistema de tutoría, en el que la persona estudiante, en conjunto con la persona que dirige la tesis elaboran un plan de trabajo con metas semestrales que sirve de base para las evaluaciones de los seminarios de investigación. Este plan será modificado y avalado de acuerdo a la recomendación del comité tutoral.

A continuación, se describen los seminarios del eje de investigación:

Los **seminarios de investigación** son la actividad fundamental en la formación de las personas estudiantes, y tienen como objetivo el desarrollo del proyecto de tesis, el cual deberá ser un trabajo de investigación original, que aporte conocimiento básico o aplicado en el área de las Ciencias Naturales, específicamente en la LGAIC elegida. Durante los seminarios de investigación, a través del trabajo de laboratorio o de campo, la persona estudiante adquiere e integra conocimientos, desarrolla habilidades para la resolución de problemas de investigación original, que le permiten la elaboración de un artículo científico del quinto al octavo semestre que culminan con la aceptación o publicación en una revista indizada (JCR y catálogo de la SECIHTI), a más tardar antes de realizar el examen de grado. Durante los ocho seminarios de investigación el estudiantado realizará trabajo de investigación, el cual será evaluado por el comité tutoral mediante un informe semestral en el que plasme los avances del proyecto de investigación y las actividades realizadas, de acuerdo con lo siguiente:

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Seminario de Investigación 0: El estudiantado conformará su comité tutoral y presentará su proyecto de investigación durante el primer mes del primer semestre con el fin de iniciar la retroalimentación con ese órgano colegiado. No contempla créditos con valor curricular.

Seminario de Investigación: Planteamiento inicial del proyecto. Proyecto de investigación y plan de trabajo semestral con metas claras y cuantificables para cada semestre.

Seminario de Investigación: Proyecto definitivo. De acuerdo con el plan de trabajo, la persona estudiante inicia con la fase experimental o de campo de su investigación; además, continúa con la revisión de literatura y la definición de la estrategia de análisis de resultados. Se espera un avance del 10% del plan de trabajo y metas.

Seminario de Investigación: Implementación fase inicial. De acuerdo con el plan de trabajo, la persona estudiante continua con el desarrollo de su investigación y realiza las actividades académicas recomendadas por el comité tutoral. Se espera un avance del 30% del plan de trabajo y metas.

Seminario de Investigación: Implementación fase avanzada. La persona estudiante continúa desarrollando la fase experimental de laboratorio o de campo de su investigación mediate la recopilación, organización y análisis de los datos obtenidos. Se espera un avance del 40% del plan de trabajo y metas.

Seminario de Investigación: Resultados preliminares. Continua con el desarrollo de la investigación siguiendo el plan de trabajo. Pone en formato la investigación que contiene resultados de su proyecto para enviarla a una revista científica indizada. Dicho envío puede realizar desde el quinto hasta el octavo semestre. Se espera un avance del 60% del plan de trabajo y metas.

Seminario de Investigación: Resultados finales. Se espera un avance del 70% del plan de trabajo y metas.

Seminario de Investigación: Borrador de tesis. La persona estudiante concluye con su investigación y con el análisis de los datos obtenidos. Se espera un avance del 90% del plan de trabajo y metas.

Seminario de Investigación: Tesis final. La persona estudiante integra un documento final de tesis, que contiene los resultados y productos derivados de su investigación. Se espera un avance del 100% del plan de trabajo y metas. Además de la evaluación del seminario de investigación, el comité tutoral emite un aval de que la tesis está concluida y en condiciones de ser enviada al comité revisor de tesis.

Para garantizar el cumplimiento de las actividades planeadas, cada semestre se llevará a cabo un seguimiento de cada persona estudiante por parte del director de tesis y el seguimiento colegiado lo realiza el comité tutoral quienes deberán verificar y evaluar que los avances correspondan con las metas trazadas en el plan de trabajo.

El eje de investigación también comprende la presentación y aprobación de los exámenes

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

de permanencia y predoctoral, así como la elección y cumplimiento de al menos dos actividades extracurriculares:

- Participación en congresos (ponencia o cartel).
- Publicar un artículo de revisión o de divulgación (como primer autor o coautor).
- Impartición de clases en nivel licenciatura (20 horas docentes).
- Estancia de investigación nacional y/o internacional con un periodo mínimo de 15 días y el máximo lo definirá la persona en formación junto con la persona directora de tesis.
- Formación de recursos humanos (dirección adjunta, sinodal, codirección).

Examen de permanencia. Apoya al estudiantado en la estructuración de su proyecto de investigación doctoral, a través de la presentación de su protocolo y avances de investigación ante un comité evaluador, conformado por investigadoras o investigadores del núcleo académico del programa y de otras instituciones propuestos de acuerdo con sus líneas de investigación y experiencia acordes con el tipo de proyecto doctoral planteado. En este examen el estudiantado demuestra sus conocimientos, la comprensión de su área de estudio, habilidades experimentales y su capacidad para diseñar y realizar investigación original que genere una contribución en su campo de conocimiento. El comité avalará su continuidad en el programa de doctorado considerando el documento escrito, la presentación y la defensa del proyecto. El estudiantado deberá acreditar el examen de permanencia, en el tercer semestre.

Examen predoctoral. En este se determina si el estudiantado ha adquirido los conocimientos teóricos y habilidades experimentales necesarios para proponer, diseñar y realizar investigaciones de forma independiente y original en su campo de estudio. Para cumplir tal objetivo se conjuntará un comité evaluador, conformado por investigadoras e investigadores del núcleo académico del programa y de otras instituciones propuestos de acuerdo con sus líneas de investigación y aplicación innovadora del conocimiento y experiencia acordes con el campo de estudio del proyecto doctoral, ante el cual el estudiantado presentará y defenderá los resultados experimentales de laboratorio o de campo sobre su proyecto.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

La persona en formación generará resultados experimentales suficientes para preparar y enviar su artículo de investigación entre el quinto y el octavo semestre, como prerrequisito académico para presentar el examen predoctoral, a más tardar en el octavo semestre.

La persona en formación debe contar con un artículo aceptado o publicado en una revista indizada en el Journal Citation Reports JCR o padrón de la SECIHTI de revistas científicas (como requisito para la obtención de grado), que incluya los resultados obtenidos en su trabajo de tesis. El o la estudiante deberá ser el autor o autora principal y dar agradecimientos al Doctorado en Ciencias Naturales y a la SECIHTI por la beca otorgada.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

7.4 Tutorías

La tutoría es una actividad académica que contribuye a la formación integral del sujeto en formación. Su impacto se refleja en la mejora del rendimiento académico, el apoyo en la solución de dificultades académicas y el fomento de hábitos de estudio, trabajo, reflexión y convivencia social. Mediante esta, se estimulan las capacidades cognitivas, los procesos de pensamiento crítico, la toma de decisiones y se brinda acompañamiento en el proceso de resolución de problemas y desarrollo de proyectos, consolidando así un aprendizaje integral y autónomo (Modelo Universitario, 2022). En el DCN la tutoría tiene la finalidad de acompañar a la persona en formación durante la trayectoria y durante la generación y aplicación innovadora del conocimiento. La directora o director de tesis, asesora y da seguimiento al estudiantado para la obtención de los productos de investigación y para la culminación del trabajo de tesis. A su vez, posibilita el mantenimiento de un alto nivel en la formación académica y garantiza la eficiencia terminal.

El sistema de tutorías del DCN consiste en elegir una persona integrante del núcleo académico que ha sido propuesto por la persona en formación (que será evaluado y designado a partir de una propuesta enviada por la persona en formación a la Comisión Académica Interna) para dirigir el trabajo de tesis. El Comité Tutorial podrá constituirse preferentemente con personas trabajadoras académicas del NA y de otras Unidades Académicas de la UAEM. También podrán participar las y los miembros externos a la UAEM con un máximo del 40%. La persona en formación podrá tener un codirector o codirectora de tesis, previo análisis y aval de la Comisión Académica Interna. El director o directora, y en su caso el codirector o la codirectora de tesis, formarán parte de este comité tutoral.

De la selección del director o directora de tesis

La persona aspirante al DCN deberá seleccionar un director o directora de tesis del Núcleo Académico, quien deberá contar con el perfil pertinente para desarrollar dicho tema y la selección deberá ser avalada por la Comisión Académica Interna del DCN. El anteproyecto de investigación será preparado por la persona aspirante bajo la supervisión del director o

U.A.E.M.
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

directora de tesis. El proyecto deberá incluir título, introducción, justificación, planteamiento del problema, objetivos e hipótesis, estrategia experimental, bibliografía y cronograma de actividades. Las personas elegibles para dirigir tesis integrantes del Núcleo Académico (NA), deberán cumplir con una eficiencia terminal de graduación de sus estudiantes del 50% en 5 años. La revisión del historial de dichas personas se realizará de los últimos 5 años para recibir estudiantes de nuevo ingreso, con el aval de la Comisión Académica Interna del Posgrado.

Integración y función de los comités tutorales

La Comisión Académica Interna del DCN, a petición de la persona encargada de la dirección de tesis, evalúa la propuesta y avala a las personas integrantes del comité tutoral de la persona en formación, que deberá estar conformado por mínimo cinco personas, al menos tres deberán pertenecer al NA y al menos una deberá ser externa a la UAEM. Para tener un codirector o codirectora de tesis, la persona que dirige la tesis realizará la solicitud a la Comisión Académica Interna, quien analizará la pertinencia académica y en su caso turnarla al Consejo Interno de Posgrado para su resolución en un plazo no mayor a diez días hábiles contados a partir de su emisión, para proceder a la notificación del codirector o codirectora correspondiente.

El comité tutoral será la autoridad máxima a la que la persona estudiante deberá responder académicamente en todo lo relacionado a su trabajo de investigación. Las funciones del comité tutoral de acuerdo con el artículo 64 del Reglamento General de Estudios de Posgrados incluyen:

> I. Dar seguimiento y asesoría al diseño, desarrollo y conclusión de la tesis en aspectos académicos teóricos, metodológicos e instrumentales.
> II. Evaluar en cada periodo lectivo los avances y hacer las recomendaciones necesarias de acuerdo con la trayectoria y los intereses académicos del estudiantado, y aquellas otras tendientes al logro del producto final para la obtención del grado académico.
> III. Garantizar que la tesis sea turnada al comité revisor para su evaluación, previo aval del director o directora de tesis.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Las responsabilidades de la persona en formación

a) Coordinar con la persona encargada de la dirección de tesis y el comité tutoral las fechas y horarios para la presentación de las evaluaciones tutorales que deberán realizarse con al menos tres integrantes del comité tutoral, dentro del periodo establecido por la Comisión Académica Interna del DCN.

b) Entregar al Comité Tutoral un documento para evaluar los avances semestrales del proyecto de investigación y del escrito de la tesis, los cuales deberán estar firmados por el director o directora de tesis. Dichos documentos deberán elaborarse de acuerdo con la extensión y contendido establecidos previamente por el Comité Tutoral y deberán enviarse una semana antes de la fecha acordada para la presentación.

c) Discutir permanentemente el trabajo académico con los tutores, tanto en forma colegiada como individual.

7.5. Líneas de Generación y Aplicación Innovadora del Conocimiento y Producción Cultural (GAIC+PC)

El plan de estudios aprobado en el 2015 contaba con 2 áreas de conocimiento, cada una con dos LGAC:

a) Área de Biotecnología
1.- Producción de moléculas bioactivas
2.-Tratamiento Biotecnológico de residuos y biorremediación de sitios contaminados.
b) Área de Biología Evolutiva y Conservación
1.- Biología Evolutiva
2.-Manejo de Recursos Naturales y Conservación

En la reestructuración curricular 2019, atendiendo las recomendaciones hechas por los pares académicos de CONACyT y después de un análisis colegiado se decidió integrar las líneas de cada área en una sola, con un enfoque multidisciplinario que permite abordar problemas complejos para contribuir con soluciones sustentables de la ciencia, la tecnología y la sociedad.

En la reestructuración curricular 2025, y atendiendo los requerimientos establecidos por el Sistema de Evaluación y Acreditación de Educación Superior se revisó y analizó la pertinencia para la incorporación de los criterios transversales en la descripción de las LGAIC+PC:

Área de Biotecnología

LGAIC: Producción de Moléculas Bioactivas y Biorremediación

Se realizan investigaciones científicas de excelencia, vanguardia e innovación social con especies vegetales del acervo de la farmacopea mexicana y con otros organismos como bacterias, hongos y artrópodos, encaminadas a la obtención, identificación y producción de aditivos, agentes terapéuticos y biocidas. Asimismo, se genera conocimiento utilizando principios básicos y aplicados de la biotecnología para abordar problemas ambientales, utilizando sistemas biológicos y/o sus productos para evaluar y remediar sitios

CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

contaminados. Estas investigaciones se realizan utilizando un planteamiento multi- y transdisciplinar con compromiso social y cultural, a través de la colaboración con diferentes instituciones, órganos de gobierno y organizaciones de la sociedad civil para prevenir y resolver problemas sanitarios, agropecuarios y ambientales.

Área de Biología Evolutiva y Conservación

LGAIC: Biología Evolutiva y Manejo de Recursos Naturales

En esta LGAIC se desarrolla investigación para el estudio de la diversidad biológica en sus diferentes niveles de organización, en el marco teórico de la ecología y la evolución. El enfoque de excelencia y vanguardia permite analizar de forma integral los factores históricos y contemporáneos que determinan la diversidad biológica y entender su relación con las actividades humanas. Esta aproximación posibilita el compromiso con la responsabilidad y la innovación social mediante la generación de soluciones a través de estrategias de conservación, manejo y restauración, las cuales contribuyen al desarrollo del conocimiento y a la formación de capacidades en temas ambientales mediante investigación de frontera.

7.6 Vinculación

Se cuenta con diversos convenios o colaboraciones con organismos nacionales e internacionales, públicos y privados, donde quienes egresan del Doctorado en Ciencias Naturales puede insertarse con sus trabajos de investigación. De manera particular, se han firmado convenios con diferentes institutos y facultades de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y del Instituto Politécnico Nacional (IPN), entre otros, para integrar profesores externos al posgrado y para llevar a cabo proyectos en conjunto como co-directores o integrantes de comités tutorales. Asimismo, se tienen formalizado un convenio de colaboración entre el Centro de Investigación en Biotecnología y la Universidad de Picardie Jules Verne, Francia.

Otras vinculaciones importantes son las colaboraciones nacionales e internacionales que

U. A. E. M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

permiten el desarrollo de capacidades de las ylos PITC y de tutorías conjuntas entre los mismos y otras personas investigadoras internacionales. Dentro de ellas se pueden mencionar a distintos centros e Institutos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), la Universidad Autónoma Metropolitana, la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN). En cuanto a instituciones internacionales están los diferentes proyectos de investigación en colaboración entre PITC de la DES de CN con otros profesores de universidades como la Universidad Autónoma de Madrid, la Universidad de Granada y la Universidad de Sevilla en España, la UC-Riverside, la Virginia Tech, la Universidad de Stanford, la Universidad de Brigham Young, la Universidad de Illinois de Chicago y la Universidad de Arkánsas en Estados Unidos, la Universidad Libre de Bruselas en Bégica, la Universidad de la Sorbona en Francia, entre otras.

El DCN se vincula con diversos sectores sociales, como son los habitantes de comunidades rurales en donde las personas en formación realizan trabajo de campo, no sólo en el estado de Morelos sino en otros estados. Específicamente, el CIByC tiene un convenio de co-administración de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en el cual se desarrollan proyectos que benefician a las comunidades inmersas en la reserva. Al mismo tiempo se han organizado talleres y pláticas de difusión sobre aspectos de conservación de la flora y fauna nativa.

Se tienen el Programa de Empleo Temporal (PET) y el Programa para la Conservación y Desarrollo Sostenible (PROCODES) para que los habitantes de las comunidades de la REBIOSH accedan a financiamiento para la conservación de los recursos naturales. Además, el DCN cuenta con un convenio con la Junta Local de Sanidad Vegetal de Caña de Azúcar y Granos Básicos, la cual forma parte del Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Morelos.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

A su vez, mediante la incorporación de algunos académicos que participan en el NA se han brindado asesorías sobre estudios de impacto ambiental y ordenamiento territorial al Gobierno del Estado de Morelos y se participa en las reuniones del Consejo Asesor de la Comisión Nacional Forestal (Delegación Morelos), a fin de aportar elementos técnicos y científicos en la toma de decisiones de asuntos relacionados con el manejo forestal de la entidad.

También, mediante la vinculación con redes temáticas del CONAHCyT (ahora SECIHTI) se han establecido encuentros con productores y manejadores rurales, los cuales se han enfocado a analizar las formas de manejo de la flora útil y se han compartido experiencias a fin de visibilizar aquellas prácticas que garantizan la sustentabilidad del aprovechamiento de los recursos naturales.

CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

8. MAPA CURRICULAR

La persona en formación en conjunto con su directora o director de tesis determinarán desde el primer semestre la trayectoria adecuada a las necesidades de formación y a la línea de generación y aplicación innovadora del conocimiento a la que se asocie el proyecto.

El mapa curricular presenta los seminarios con sus horas y créditos correspondientes, como se observa a continuación.

Ejes Generales de la Formación	Unidades de Aprendizaje	Horas Teóricas H/S/M	Horas Prácticas H/S/M	Créditos
Teórico	Seminario Temático	6	0	12
	Seminario Temático	6	0	12
Investigación	Seminario de Investigación 0	-	-	* Sin créditos
	Seminario de Investigación: Planteamiento Inicial del Proyecto	5	7	17
	Seminario de Investigación: Proyecto Definitivo	5	7	17
	Seminario de Investigación: Implementación Fase Inicial	5	7	17
	Seminario de Investigación: Implementación Fase Avanzada	5	7	17
	Seminario de Investigación: Resultados Preliminares	5	7	17
	Seminario de Investigación: Resultados Finales	5	7	17
	Seminario de Investigación: Borrador de Tesis	5	7	17
	Seminario de Investigación: Tesis Final	2	1	5
	Examen de Permanencia	-	-	* Sin créditos
	Examen Predoctoral	-	-	* Sin créditos
Total		98	50	148

El seminario de investigación 0, el examen de permanencia y examen predoctoral, no tienen créditos ni evaluación numérica. La evaluación que se asigna se expresa como: Acreditado o No Acreditado.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

En caso de que la persona en formación concluya su proyecto de investigación y los créditos antes de los 4 años, podrá obtener el grado.

La persona estudiante puede obtener el grado mediante la defensa de su tesis, una vez que ha concluido el 100% de los créditos del programa educativo, de acuerdo a las disposiciones de la Dirección General de Servicios Escolares de la Universidad.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

8.1 Ejemplo de la trayectoria de un estudiante

Se presenta un ejemplo de trayectoria académica del estudiantado del Doctorado en Ciencias Naturales.

Ejes Generales de la Formación/ semestres	1er. Semestre	2do. Semestre	3er. Semestre	4to. Semestre	5º. Semestre	6º. Semestre	7º. Semestre	8º. Semestre
Teórico	**Seminario Temático:** Cascadas Tróficas o Bioquímica				-	-	-	-
	Seminario Temático: Bioestadística o Biología Molecular				-	-	-	-
Investigación	Seminario Investigación: Planteamiento Inicial del Proyecto	Seminario de Investigación: Proyecto Definitivo	Seminario de Investigación: Implementación Fase inicial	Seminario de Investigación: Implementación Fase Avanzada	Seminario de Investigación: Resultados Preliminares	Seminario de Investigación: Resultados Finales	Seminario de Investigación: Borrador de Tesis	Seminario de Investigación: Tesis Final
	Seminario de Investigación 0	-	Examen de Permanencia	-	Examen Predoctoral			
	-	-	-	-	Envío del Artículo			
	Realizar al menos 2 actividades extracurriculares de las siguientes: Participación en congresos (ponencia o cartel), publicación de artículos de revisión o de divulgación (como primer autor o coautor), impartición de clases en nivel licenciatura (20 horas docentes), estancia de investigación nacional y/o internacional o participación en la formación de recursos humanos (dirección adjunta, sinodal, codirección).							

*Este es un ejemplo de una trayectoria ideal, sin embargo, la persona estudiante puede hacer una toma flexible de las unidades de aprendizaje del eje temático, hasta el 6o. semestre, mientras que en el Eje de investigación se podrán presentar dos seminarios de investigación por semestre a partir del 5o, en caso de que el alumnado avance en el proyecto de investigación, y tenga la posibilidad de optar por obtener el grado antes de los cuatro años. Se debe considerar que, si se adelantan seminarios, las actividades extracurriculares, así como las unidades de aprendizaje deben estar cubiertas.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

9. MEDIACIÓN FORMATIVA

La mediación formativa se asume en el Modelo Universitario (2022) como el conjunto de estrategias y acciones orientadas a preparar las condiciones que hacen posible la intervención más conveniente a lo largo de la formación para favorecer el aprendizaje, la adquisición de saberes, competencias y concretar el proceso formativo de la persona en formación. Con la mediación formativa se busca contribuir a la formación integral orientada al desarrollo humano, favorecer la formación en contextos pertinentes, facilitar un proceso de formación flexible y promover la formación para la creatividad.

En el programa de Doctorado en Ciencias Naturales, los responsables de la mediación formativa son la persona en formación, quienes integran el NA y la persona coordinadora académica- administrativa. En el centro de la mediación formativa se encuentra la persona en formación, quien tiene un papel activo en la toma de decisiones de su propio proceso de aprendizaje y en el diseño de su itinerario académico de acuerdo con sus intereses y necesidades. Se considera capaz de construir su propio conocimiento, de aprender continuamente a lo largo de la vida, de adaptarse al cambio y aprovechar todas las experiencias de aprendizaje, así como acceder a diversos tipos de saberes y potenciar capacidades de aprender a aprender.

Debido a su carácter multidisciplinario estructurado en un eje de investigación y un eje teórico, quienes integran el NA del DCN fungen como estrategas de la mediación formativa para alcanzar los propósitos de aprendizaje. Ejerce diferentes roles, entre ellos: diseñador y planificador, gestor de procesos de aprendizaje, experto y asesor, investigador, colaborador y consejero. Además, brinda un acompañamiento durante la trayectoria de la persona en formación.

Por su parte, la persona Coordinadora Académica-Administrativa tiene como papel brindar apoyo técnico y administrativo para que se concreten las situaciones, estrategias y modalidades convenientes para que la formación se lleve a cabo bajo las mejores condiciones.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

En el programa de doctorado, por su enfoque de investigación, la mediación formativa está fundamentada en un sistema de tutoría individualizada y es complementada por la participación del Comité Tutoral que garantiza la adecuada formación del estudiantado.

Las estrategias de formación para la generación y aplicación innovadora del conocimiento en la LGAIC+PC que soporta el programa de DCN contribuye al aprendizaje de contenidos genéricos y específicos de las disciplinas académicas y de competencias, permiten la adquisición de un conjunto de estrategias cognitivas y metacognoscitivas que redundan en el desarrollo del potencial del aprendizaje del estudiantado. En particular, el doctorado se centra en dos ejes de enseñanza, seminarios teóricos y seminarios de investigación. Dentro de estos ejes se cuenta con las siguientes estrategias de enseñanza:

1. **Estrategias de instrucción cognoscitivas**. La exposición consiste en la presentación organizada de manera lógica de un tema, teniendo como recurso principal el lenguaje oral. Su ventaja es la posibilidad de estructuración del material, así como de los elementos importantes del tema que se aborda. Las estrategias de instrucción propuestas desde el constructivismo incorporan un conjunto de recursos enfocados a reconocer el nivel de conocimiento previo del estudiantado, permitiendo que el profesorado pueda ajustar su exposición a los requerimientos del estudiantado. Estas estrategias permiten estructurar de manera lógica el contenido temático, mantener la actividad intelectual del estudiantado, fomentar su motivación, y sobre todo a supervisar el grado de comprensión de los temas expuestos. Desde esta perspectiva se realizan dos tipos de actividades, las clases magistrales presenciales, híbridas o virtuales impartidas por el profesorado y las exposiciones realizadas por parte del estudiantado. Los seminarios temáticos estarán orientados a proporcionar al estudiantado las herramientas teórico-metodológicas básicas de las disciplinas de competencia. Así mismo, se fomentará el análisis y la reflexión de textos científicos relacionados con los contenidos temáticos de las unidades de aprendizaje.

2. **Aprendizaje basado en proyectos**. Consiste en el desarrollo de experiencias de aprendizaje que involucran al estudiantado en proyectos reales, en los cuales aplica sus conocimientos y habilidades. En este sistema de enseñanza se vincula y orienta a los conceptos y principios fundamentales de las disciplinas objeto de estudio, favoreciendo el trabajo autónomo del estudiantado que le llevará a obtener resultados reales generados por el mismo. Trabajar en la perspectiva de proyectos permite que el estudiantado aprenda a investigar y a aplicar el conocimiento adquirido, desarrollando capacidades para el trabajo productivo.

3. **Estudios de casos.** Consiste en presentar situaciones complejas o problemáticas reales, apoyadas en datos concretos para reflexionar, analizar y discutir en grupo las diferentes posibilidades de abordaje y eventualmente, proponer alternativas de solución.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Para contribuir al logro de aprendizajes significativos, los casos deben cumplir con características como la autenticidad, presentar una situación problemática que requiera de diagnóstico y solución, permitir el aprendizaje de información específica y fomentar el desarrollo de un proceso de conocimiento o acción. Además, deben expresar una situación total e integrada, es decir, que incluya la información y los hechos disponibles. En esta modalidad, el profesorado debe de conocer en detalle los estudios de caso antes de presentarlos a los y las estudiantes. En la discusión del caso, su participación es fundamentalmente como moderador y motivador del debate. Su actitud no es directiva y debe evitar intervenir personalmente con su opinión.

Además de las modalidades descritas anteriormente, se implementarán los seminarios y el trabajo de tesis, actividades de tipo integrador en las que la persona en formación desarrollará habilidades de comunicación oral y escrita, así como de crítica y síntesis.

1. **Elaboración de tesis y artículos científicos en revistas indizadas.** La redacción de documentos científicos que describan detalladamente la investigación desarrollada durante su estancia en el doctorado es fundamental para integrar los conocimientos y habilidades adquiridas por parte de la persona en formación. La tesis es un documento original que reúne el marco teórico del proyecto de investigación, el cuerpo de datos obtenidos, así como su análisis e interpretación. Por su parte, la publicación de un artículo científico derivado de la tesis doctoral es una aportación a la comunidad académica al difundir hallazgos significativos de la investigación realizada

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Se propone una metodología que responda a las demandas del enfoque de desarrollo por competencias, un currículum flexible, y la modalidad de aprendizaje situado. El enfoque por competencias requiere centrarse en identificar los logros alcanzados, las dificultades encontradas, las áreas de mejora y los ajustes necesarios para fomentar el desarrollo de las competencias previstas en el currículo. Una evaluación centrada en el desempeño busca evaluar lo que se hace, así como identificar el vínculo entre lo conceptual y lo procedimental, entender cómo ocurre el desempeño en un contexto y situación determinados, o seguir el proceso de adquisición y perfeccionamiento de determinados saberes o formas de actuación. Así mismo, implica la autoevaluación por parte del estudiantado, pues la meta es la promoción explícita de sus capacidades de autorregulación y reflexión sobre su propio aprendizaje. A continuación, se presentan los criterios de evaluación utilizados dentro del programa de DCN, con la tipología propuesta en el Modelo Universitario (2022), que considera la temporalidad, la función, los agentes y actores.

Estos métodos buscan medir de manera integral los conocimientos, habilidades y competencias desarrolladas por los y las estudiantes a lo largo del proceso formativo. La diversidad en los instrumentos de evaluación permite evaluar tanto aspectos teóricos como prácticos, promoviendo la participación, la reflexión crítica, la capacidad de comunicación y el trabajo autónomo e interdisciplinario.

1) **Rúbricas:** Son guías o escalas de evaluación donde se establecen niveles progresivos de dominio o pericia relativos al desempeño que el estudiantado muestra respecto de un proceso o producción determinada. Además, son estrategias que apoyan a la persona docente tanto en la evaluación como en la enseñanza de actividades generativas, en la elaboración de proyectos, la producción oral y escrita, así como en las investigaciones y trabajo práctico de los estudiantes. Las rúbricas también fomentan la metacognición al proporcionar una estructura clara para evaluar competencias específicas, permitiendo a la persona en formación reconocer sus fortalezas y áreas de mejora. Este tipo de rúbricas se

CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

puede utilizar para evaluar: estudios de caso, análisis de textos, presentaciones orales, ensayos y exposición de temas e incluso el diseño de proyectos o prácticas. Por ejemplo:

A) Actividades académicas complementarias: Comprenden trabajos prácticos o teóricos, exposiciones, ensayos, producción de material audiovisual o presentaciones. Estas actividades buscan fomentar el aprendizaje activo mediante el uso de herramientas TIC y el desarrollo de competencias adicionales.

B) Exposición de temas: Consiste en la presentación oral de un tema ante el grupo, con el objetivo de evaluar la capacidad del estudiante para sintetizar información y comunicarla de manera clara y efectiva.

C) Participación en discusiones: Implica el aporte de ideas y comentarios en debates grupales sobre temas académicos, evaluando la capacidad crítica, el respeto por diferentes opiniones y la argumentación lógica.

D) Trabajo final: Proyecto o investigación elaborada al final del curso para evaluar la integración y aplicación de los conocimientos adquiridos. Puede presentarse en forma de artículo, informe o proyecto aplicado.

E) Ensayos: Textos argumentativos en los que los estudiantes analizan un tema específico, mostrando capacidad de reflexión crítica y estructuración coherente de ideas.

F) Participación en clase: Evaluación continua del grado de involucramiento del estudiante en las actividades del curso, como preguntas, intervenciones y aportes durante las sesiones.

G) Foro de análisis y discusión: Espacio virtual o presencial donde los estudiantes debaten temas relevantes, compartiendo perspectivas y fomentando la reflexión colectiva sobre problemas científicos o académicos.

Para garantizar una evaluación integral que refleje el enfoque por competencias, las rúbricas descritas en las actividades específicas se alinean con los criterios de evaluación propuestos por Morales, Hershberger y Acosta (2020). Estos criterios permiten organizar, diversificar y enriquecer el proceso de evaluación en el programa del DCN. A continuación, se explica cómo se aplican estos criterios de manera transversal:

1. Temporalidad

Inicial o diagnóstica: Esta fase se lleva a cabo al inicio de cualquier proceso con el propósito de obtener información sobre el conocimiento previo de la persona en formación para planear estrategias de enseñanza que promuevan su aprendizaje. Se realiza mediante actividades como discusiones iniciales, estudios de caso o análisis de textos, las rúbricas pueden ayudar a identificar los conocimientos previos y las habilidades iniciales del estudiantado.

Procesual: La mayoría de las actividades, como presentaciones, participación en foros y

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

producción de material audiovisual, son evaluadas de forma continua. Esto permite monitorear el progreso, retroalimentar de manera oportuna y realizar ajustes en el proceso de aprendizaje.

Final: En productos terminados como trabajos finales, proyectos o ensayos, las rúbricas sirven para evaluar el resultado global, reflejando la integración de conocimientos y competencias adquiridas.

2. Función

Formativa: Su función es favorecer el desarrollo y logro de los aprendizajes establecidos en el programa educativo, es decir, el desarrollo de las competencias y de sus elementos. Las rúbricas se utilizan para proporcionar retroalimentación específica y constructiva durante el desarrollo de las actividades. Por ejemplo, en borradores de ensayos o prototipos de proyectos, los comentarios permiten al estudiantado mejorar antes de presentar el producto final.

Sumativa: Tiene el propósito de verificar el grado de aprendizaje de la persona en formación a través de productos finales, por ello se realiza al cierre de cada actividad, las rúbricas estructuran la evaluación final, permitiendo calificar de manera justa, precisa y transparente, mientras se destacan las áreas de éxito y aquellas que requieren mayor atención.

3. Agentes o actores

Autoevaluación: Se trata de una actividad que realiza la persona en formación acerca de su propio desempeño en la que valora y reflexiona sobre su actuación en el proceso de aprendizaje. Las rúbricas permiten a la persona en formación reflexionar sobre su desempeño mediante guías claras que facilitan la autorregulación. Por ejemplo, al concluir una presentación, pueden revisar los criterios de evaluación para identificar qué aspectos lograron con éxito y en cuáles necesitan mejorar.

Coevaluación: Está basada en valoraciones y retroalimentaciones realizadas por las personas en formación, y se realiza mediante actividades grupales o colaborativas, como foros de discusión o análisis de casos, las rúbricas pueden ser utilizadas por la persona en formación para evaluar el desempeño de sus pares, promoviendo habilidades críticas, empáticas y colaborativas.

Heteroevaluación: Es la realizada por la persona docente o por agentes externos sobre el desempeño de la persona en formación con el objeto de retroalimentar el proceso. Esta se aplica las rúbricas para evaluar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, tanto en los procesos como en los productos, garantizando imparcialidad y alineación con las competencias del programa.

A manera de ilustración, en la tabla 7 se reproduce una rúbrica diseñada para la evaluación de presentaciones orales.

Usar rúbricas tiene las siguientes ventajas:

a) Las personas docentes pueden aumentar la calidad de su instrucción directa

U.A.E.M.
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBγC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

proporcionando el enfoque, el énfasis y la atención en los detalles particulares como modelo para el estudiantado.
b) La persona en formación tiene pautas explícitas respecto de las expectativas del docente.
c) La persona en formación puede utilizar rúbricas como herramienta para desarrollar sus competencias.
d) Las personas docentes pueden re-utilizar las rúbricas para varias actividades.

2) Aplicación de exámenes

A través de la elaboración de un documento con actividades o preguntas que ratifiquen la comprensión del contenido de las unidades temáticas que demuestren el logro de los objetivos de aprendizaje. Estas evaluaciones deben ser relevantes y que permitan medir la comprensión y la asimilación de los objetivos del tema, el cuál debe ser sencillo de aplicar, consistente para todo el estudiantado y calificar privilegiando la precisión e imparcialidad de lo que se está evaluando. Los exámenes deben ser claros, es decir deben ser de fácil comprensión para el estudiantado. Estas son evaluaciones estructuradas que miden el conocimiento adquirido durante el curso. Pueden ser de opción múltiple para evaluar con precisión respuestas específicas o de desarrollo para explorar la capacidad de análisis y argumentación. La aplicación de exámenes como método de evaluación se enriquece al integrarlo con los criterios de evaluación por competencias propuestos por Morales, Hershberger y Acosta (2020). Este enfoque permite que los exámenes no solo midan el nivel de conocimiento adquirido, sino que también se conviertan en herramientas para evaluar competencias específicas, promoviendo un aprendizaje significativo y reflexivo. A continuación, se detalla cómo estos criterios se aplican de manera transversal a la evaluación mediante exámenes:

1. Temporalidad
Inicial o diagnóstica: Los exámenes pueden incluirse al inicio de un curso para evaluar conocimientos previos, identificar brechas de aprendizaje y ajustar el enfoque pedagógico según las necesidades del grupo.
Procesual: Se pueden programar exámenes parciales que permitan monitorear el avance del estudiantado, evaluando cómo aplica los conocimientos en situaciones específicas y complejas.
Final: Exámenes integradores al final del curso o unidad temática que evalúen el dominio de las competencias planteadas en el programa.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

2. Función
Formativa: Los exámenes pueden diseñarse para incluir retroalimentación detallada, proporcionando a los estudiantes información sobre su desempeño y orientación para mejorar. Por ejemplo: Exámenes con preguntas abiertas y análisis de casos permiten evaluar habilidades críticas y recibir comentarios constructivos.
Sumativa: Se utilizan para calificar el logro final de los objetivos de aprendizaje mediante formatos claros y estructurados, como preguntas de opción múltiple para medir precisión o preguntas de desarrollo para evaluar argumentación y síntesis.
3. Agentes o actores
Autoevaluación: Los exámenes pueden incluir secciones autoadministradas, como cuestionarios en línea o reflexiones posteriores a la evaluación, donde el estudiantado analice sus errores y logros.
Coevaluación: En ciertos casos, como exámenes basados en debates o discusiones grupales, el estudiantado puede evaluar las respuestas de sus compañeros y compañeras utilizando rúbricas preestablecidas.
Heteroevaluación: El y la docente evalúa las respuestas mediante rúbricas diseñadas específicamente para medir tanto el conocimiento como las competencias, garantizando objetividad y alineación con los objetivos del curso.

Los **criterios de evaluación** de los tutorales serán los siguientes:

a) Resultados en el trabajo de investigación.
b) Presentación oral, manejo de la información, análisis de los resultados y capacidad crítica.
c) Presentación del informe escrito actualizado especificando los logros obtenidos en el semestre correspondiente.

Lo anterior se ajustará en congruencia con los instrumentos de evaluación.

Los seminarios de investigación se evalúan en su contenido teórico y práctico, considerando el avance del proyecto de investigación. El reporte escrito debe entregarse a las personas integrantes del comité tutoral una semana antes de la fecha acordada, cuya extensión y contenido será definida de acuerdo con las evaluaciones previas para la presentación del examen. La evaluación final es emitida por el comité tutoral, tomando en cuenta la adquisición e integración de los conocimientos, así como las habilidades para organizar y exponer información oral y escrita relacionada con su disciplina. Los parámetros que se evalúan son: informe escrito, exposición del proyecto, capacidad crítica y analítica, avances del proyecto de investigación y los criterios de evaluación, estos se detallan en la tabla 4.

U.A.E.M.
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Tabla 4. Rúbrica para la evaluación de presentaciones de los seminarios de investigación (Adaptado de Pearson education, 2002).

Criterio a evaluar	*Excelente*	*Muy bueno*	*Bueno*	*Regular*
Contenido	Abundancia de material claramente relacionado con la tesis que expone; los puntos principales se desarrollan con claridad y toda la evidencia da sustento a la tesis; empleo variado de materiales y fuentes.	Información suficiente que se relaciona con la tesis expuesta; muchos puntos están bien desarrollados, pero hay un equilibrio irregular entre ellos, poca variedad y/o poca profundidad en el desarrollo de los temas.	Hay una gran cantidad de información que no se conecta claramente con la tesis principal que se expone.	La tesis o argumentación principal que se expone no está clara; se incluye información que no da ningún soporte a dicha tesis.
Coherencia y organización	La tesis se desarrolla y especifica claramente; los ejemplos específicos son apropiados y permiten desarrollar la tesis; las conclusiones son claras; muestra control de contenido; la presentación es fluida; se hacen transiciones apropiadas; es sucinta, pero no fragmentada; está bien organizada.	La mayor parte de la información se presenta en una secuencia lógica, generalmente bien organizada, pero necesita mejorar las transiciones entre las ideas expuestas y entre los medios empleados.	Los conceptos y las ideas se encuentran estrechamente conectados; carece de transiciones claras, el flujo de la información y la organización aparecen fragmentadas.	La presentación es fragmentada e incoherente; no es fluida; el desarrollo de la tesis central es vago; no aparece un orden lógico.
Creatividad	Presentación de material muy original; aprovecha lo inesperado para lograr un avance superior; captura la atención de la audiencia.	Hay algo de originalidad en la presentación; variación y combinación apropiados de materiales y medios.	Poca o ninguna variedad; el material se presenta con poca originalidad o interpretación propia.	La presentación es repetitiva con poca o ninguna variación; empleo insuficiente de medios y materiales
Material	Empleo balanceado de materiales y multimedia; se usan adecuadamente para desarrollar la tesis expuesta.	El empleo de multimedia no es muy variado y no se conecta bien con la tesis.	Empleo desigual de multimedia y materiales; carece de una transición suave de un medio a otro; el empleo de multimedia no es adecuado.	Empleo pobre o ausente de multimedia o uso no efectivo de esta; desequilibrio en el empleo de materiales demasiado

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

11. UNIDADES DE APRENDIZAJE

En esta sección se hace una descripción detallada de los contenidos temáticos del eje teórico (Anexo V), pudiendo incorporarse nuevas unidades de aprendizaje siempre y cuando estas sean propuestas atendiendo a las necesidades del proyecto de investigación de la persona en formación. Estas pueden ser agregadas, modificadas o cancelados por acuerdo del Consejo Interno del Posgrado como lo señala el artículo 26 del Reglamento General de Estudios de Posgrado

El Doctorado en Ciencias Naturales, cuenta con 25 unidades de aprendizaje, divididas por ejes generales de la formación de la siguiente manera:

Eje teórico
Seminarios temáticos

- Bioquímica
- Bioinformática de proteínas
- Bioestadística
- Biología Molecular
- Cascadas Tróficas
- Cultura, Conservación y Educación Ambiental
- Cultura, Medio Ambiente y Organización Social
- Ecología Conductual en el Antropoceno
- Ecotoxicología
- Fisiología de los Microorganismos Extremófilos
- Macroevolución de Artrópodos Terrestres
- Métodos de Investigación Cualitativa
- Percepción Remota
- Sistemática Filogenética
- Macroevolución y Sistemática Paleontológica
- Genética Evolutiva
- Ecología y evolución de plantas vasculares
- Biotecnología Vegetal

Eje de investigación
Seminarios de Investigación

- Seminario de Investigación 0
- Seminario de Investigación: Planteamiento Inicial del Proyecto
- Seminario de Investigación: Proyecto Definitivo
- Seminario de Investigación: Implementación Fase Inicial
- Seminario de Investigación: Implementación Fase Avanzada
- Seminario de Investigación: Resultados Preliminares

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

- Seminario de Investigación: Resultados Finales
- Seminario de Investigación: Borrador de tesis
- Seminario de Investigación: Tesis final
- Examen de permanencia
- Examen predoctoral

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO

En este apartado se describen las disposiciones reglamentarias, así como los criterios, indicadores y procedimientos establecidos en este plan de estudios y en lo que establezca la normatividad universitaria de la UAEM.

12.1 Requisitos de ingreso

a) Académicos

- Copia del título de maestría en áreas afines a las Ciencias Naturales, expedido de manera física o electrónica. Pudiendo, excepcionalmente presentar el acta de examen profesional correspondiente como indicio de terminación de su antecedente académico, teniendo el alumno o la alumna la obligación impostergable de entregar el original de su título profesional en un plazo máximo de seis meses contados a partir del inicio del primer periodo lectivo del programa.
- Presentar certificado de estudios de maestría en áreas afines a las Ciencias Naturales con un promedio mínimo de 8.0 o su equivalente en otro sistema de calificación. En el caso de grados académicos expedidos por una institución de educación superior no incorporada al Sistema Educativo Nacional, los documentos deben estar debidamente legalizados para ser revalidados posteriormente por la Universidad.

b) Legales

- Original del acta de nacimiento, sin importar su antigüedad, pudiendo ser exhibida de manera física o electrónica.
- Formato de solicitud de inscripción al Doctorado en Ciencias Naturales en que fue aceptado emitido por la Facultad de Ciencias Biológicas.
- Currículum vitae actualizado, con documentos probatorios.
- Identificación oficial con fotografía y la Clave Única de Registro de Población (CURP).
- Las personas aspirantes extranjeras deberán presentar el permiso migratorio correspondiente emitido por la autoridad competente, que le permita cursar el posgrado en la UAEM.
- Carta compromiso firmada por la/el aspirante donde manifieste que los documentos presentados para su inscripción como persona alumna del posgrado corresponden a sus originales y son legítimos. En caso de que la documentación se encuentre incompleta, deberá comprometerse a exhibir los documentos originales en el momento en que lo requiera cualquier autoridad universitaria referida en el presente ordenamiento.
- Carta de aceptación para ingresar al programa educativo en formato oficial, firmada por la persona Coordinadora del programa educativo.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

- Documento firmado donde la/el alumno exprese que recibió el vínculo electrónico para la consulta de la Legislación Universitaria, donde ha leído y comprendido los alcances del Reglamento General de Estudios de Posgrado.

c) Selección

- Documento que acredite como mínimo el nivel B1 o TOEFL IBT (mínimo 45 puntos) TOEFL ITP (mínimo 450 puntos) del idioma inglés. El documento será expedido por instituciones públicas o particulares que cuenten con alguna certificación de la enseñanza de lenguas extranjeras por organismos internacionales o avalada por autoridades federales o estatales competentes. Cualquier documento de esta índole deberá tener máximo una vigencia de hasta dos años de antigüedad contados a partir de la fecha de su expedición. Las personas aspirantes extranjeras cuya lengua materna no sea el español, deberán presentar un documento que acredite el dominio del idioma español.

12.2 Requisitos de permanencia

En este apartado se presentan los requisitos y actividades académicas que el estudiantado debe cumplir durante su permanencia en el Doctorado en Ciencias Naturales de acuerdo al artículo 44 del RGEP:

1. Presentar ante el comité tutorial los avances de la tesis o proyecto de titulación en cada periodo escolar y cuando el comité considere necesario. A partir del quinto semestre, el estudiantado podrá presentar dos seminarios de investigación por semestre para que opten por obtener el grado de manera adelantada.
2. Haber cubierto los pagos de servicios y demás trámites correspondientes en los periodos establecidos.
3. No reprobar dos unidades de aprendizaje o la misma dos veces durante la vigencia del programa educativo.
4. Adicionalmente, las personas en formación del extranjero, deberán presentar la documentación que avale su estatus migratorio vigente.

12.3 Requisitos de egreso

Son aquellos que marca el plan de estudios y no se contraponen con el RGEP.

a) Académicos

- Haber aprobado el 100% de créditos que se establecen en el Mapa Curricular del doctorado.
- Realizar el trámite de certificado total de estudios expedido por la Dirección General de Servicios Escolares previo cumplimiento de los requisitos.

b) Legales

1. Los que establezca la normatividad y procedimientos vigentes de la UAEM.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

12.4 Requisitos para la obtención del grado del Doctorado en Ciencias Naturales

1. Contar con un artículo aceptado o publicado en una revista indizada (JCR y catálogo de la SECIHTI), que incluya los resultados obtenidos en su trabajo de tesis. El o la estudiante deberá contar con la autoría principal y dar créditos a la Unidad de Adscripción del DCN y a la SECIHTI por la beca otorgada. En los agradecimientos indicará que el artículo es parte de los requisitos para la obtención del grado de doctora o doctor en Ciencias Naturales.
2. Acreditar al menos 2 actividades extracurriculares de las siguientes:

- Participación en congresos (ponencia o cartel).
- Publicar un artículo de revisión o de divulgación (como primer autor o coautor)
- Impartición de clases en nivel licenciatura (20 horas docentes).
- Estancia de investigación nacional y/o internacional con un periodo mínimo de 15 días y el máximo lo definirá la persona en formación junto con la persona directora de tesis.
- Participación en la formación de recursos humanos (dirección adjunta, sinodal, co-director).

3. Presentar en forma oral y escrita los resultados de su trabajo de tesis y, obtener un dictamen aprobatorio del Jurado.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

13. TRANSICIÓN CURRICULAR

La reestructuración curricular de 2025 entra en vigor inmediatamente después de su aprobación por el Consejo Universitario, aplicando a las generaciones que ingresen a partir de enero de 2026. Las generaciones que ingresaron con los planes de estudio 2021 y 2022 concluirán sus estudios con los mismos. Es conveniente mencionar que el estudiantado de los planes de estudio 2021 y 2022 cursarán 135 créditos y el estudiantado del plan de estudios de 2025 cursarán 148 créditos.

Los requisitos de permanencia, egreso y obtención de grado del plan de estudios de 2025, aplicarán a las generaciones que ingresaron en febrero y septiembre de 2020, enero y agosto de 2021, enero y agosto 2022, enero y agosto de 2023, enero y agosto de 2024, enero y agosto de 2025.

La siguiente tabla 5 de equivalencias entre el programa educativo 2022 y el 2025 incluye las unidades de aprendizaje, horas y créditos.

La transición curricular aplica únicamente para los alumnos que iniciaron sus estudios en el plan de estudios vigente, y los interrumpieron por alguna razón, se regularicen y concluyan en el programa reestructurado. La siguiente tabla 5 de equivalencias entre el programa educativo 2022 y el 2025 incluye las unidades de aprendizaje, horas y créditos.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Tabla 5. Equivalencia entre el plan de estudios de 2022 y de 2025

Ejes generales de la formación	Plan de estudios de 2021 y 2022		Plan de estudios de 2025		
	Unidades de aprendizaje	Créditos	Ejes generales de la formación	Unidades de aprendizaje	Créditos
Teórico	Temático	8	Teórico	Seminario Temático	12
	Temático	8		Seminario Temático	12
Investigación	Investigación (Proyecto)	0	Investigación	Seminario de Investigación 0	0
	Investigación (Estado del arte)	17		Seminario de Investigación: Planteamiento Inicial del Proyecto	17
	Investigación (Metodología)	17		Seminario de Investigación: Proyecto Definitivo	17
	Investigación (Fase inicial)	17		Seminario de Investigación: Implementación Fase Inicial	17
	Investigación (Fase de desarrollo)	17		Seminario de Investigación: Implementación Fase Avanzada	17
	Investigación (Análisis de resultados)	17		Seminario de Investigación: Resultados Preliminares	17
	Investigación (Integración de resultados)	17		Seminario de Investigación: Resultados finales	17
	Investigación (Escritura de tesis)	17		Seminario de Investigación: Borrador de Tesis	17
	-	-		Seminario de Investigación: Tesis Final	17
	Examen de permanencia	0		Examen de permanencia	0

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Ejes generales de la formación	Plan de estudios de 2021 y 2022		Plan de estudios de 2025		
	Unidades de aprendizaje	**Créditos**	**Ejes generales de la formación**	**Unidades de aprendizaje**	**Créditos**
	Examen predoctoral	0		Examen predoctoral	0
	Total	135		Total	148

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

14. CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN

En este apartado, se describen los elementos que garantizan la operación del programa educativo, los recursos humanos, financieros, materiales y de infraestructura que soportan y garantizan la factibilidad académica y administrativa del programa educativo.

14.1 Recursos humanos

Profesoras internas y Profesores internos: Pertenecen al Núcleo Académico, el cual está conformado por 36 PITC (Anexo III). El 100% cuenta con el Reconocimiento al Perfil Deseable que otorga la SEP y el 100% con adscripción al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores de la SECIHTI. Además, cuenta con perfiles profesionales y académicos acordes con el programa. Además, participan en la dirección de tesis de al menos una persona en formación.

Profesoras externas y Profesores externos: Pertenecen a otras DES de la UAEM o a otras IES, y que cuentan con un perfil profesional y académico pertinente, que responden a los indicadores establecidos por la SECIHTI para el SNP y pertenecen al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores con reconocimiento nivel I, II o III. Apoyan las actividades de docencia y dirección de tesis en conjunto con quienes integran el Núcleo Académico.

En la Figura 4, se observa el diagrama general de la organización operativa del posgrado, en el cual intervienen las Unidades Académicas de la DES de CN. Este diagrama surge del Reglamento General de Estudios de Posgrado (RGEP) de la UAEM, en donde se indican las reglas básicas de operación.

El trabajo conjunto de las Unidades Académicas de la DES de CN asegura la viabilidad operativa del programa, debido a que se comparte la responsabilidad de la administración y gestión de los recursos para el posgrado.

Por otro lado, el RGEP vigente establece que para la operación de los programas

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

educativos de posgrado se debe integrar un Consejo Interno de Posgrado (CIP), el cual ha operado a partir de la aprobación del plan de estudios en 2009. El funcionamiento, obligaciones y atribuciones del CIP están normados por el RGEP.



Figura 4. Diagrama de la organización operativa del Doctorado en Ciencias Naturales.

La Coordinación de Posgrado del Programa Educativo de DCN

El coordinador o coordinadora del posgrado es el representante y responsable del programa educativo del DCN ante las instancias administrativas, vigila y coordina todas las actividades académicas relacionadas con el DCN. Esta designación recae en un profesor o profesora integrante del Núcleo Académico, que para el caso del DCN, es nombrado por las personas titulares de las Unidades Académicas de adscripción y de operación del programa, tal y como lo establece el RGEP de la UAEM.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBγC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

La Comisión Académica Interna del DCN

Está integrada por el coordinador o coordinadora de posgrado, las personas coordinadoras de las áreas en Biotecnología y Biología Evolutiva y Conservación, la persona directora y la persona secretaria de la unidad operativa del programa, así como dos personas profesoras representantes del Núcleo Académico de cada línea terminal, que hayan titulado como mínimo a una persona de doctorado, así como la jefatura de servicios académicos del programa del DCN, que son nombrados de acuerdo a lo estipulado en el RGEP 2022. La permanencia del profesorado dentro de esta comisión será de dos años a partir de la fecha de su elección, con la posibilidad de ser ratificados de manera individual o grupal por un periodo adicional por única vez. Esta comisión será avalada por el CIP de la Facultad de Ciencias Biológicas. Las funciones de la comisión, además de las referidas en el RGEP, son las siguientes:

1. Vigilar el desempeño académico de todas las personas en formación del doctorado desde su ingreso hasta la obtención del grado.
2. Nombrar y vigilar que se lleven a cabo convocatorias de ingreso, comités de admisión, entrevistas, trámites de inscripción, pagos y exámenes de admisión de las personas aspirantes.
3. Vigilar de común acuerdo con el director o directora de tesis que se programe la presentación oportuna de los seminarios.
4. Atender a peticiones de carácter académico de la persona en formación y del NA, y actuar como órgano de mediación entre las partes en caso de conflicto.
5. Hacer sugerencias de índole académico a la persona en formación y a quienes integran el NA.
6. Nombrar a los jurados revisores del examen de permanencia, examen predoctoral, tesis y examen de grado, de común acuerdo con el director o directora de tesis.
7. Atender casos académicos relacionados al posgrado que no estén contemplados en el plan de estudios o en el RGEP de la UAEM, en cuyo caso la Comisión Académica da Seguimiento, analiza y presenta una propuesta de solución al Consejo Interno de Posgrado, quien es la instancia interna para su resolución final.
8. Realizar el seguimiento de las actividades profesionales de los egresados del programa.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Jefatura de Servicios Académicos del Programa Educativo es responsable de los trámites de registro, inscripción, colegiaturas, actas, informes generales del programa, horarios, trámites para la solicitud de certificados y para los exámenes de grado. Además, apoya a las personas en formación con los trámites administrativos.

14.2 Recursos financieros

El financiamiento para la operación del posgrado proviene de diferentes fuentes externas a la universidad. El trabajo experimental en los laboratorios y en campo de cada estudiante, es financiado por proyectos específicos insertados en las líneas de investigación de la DES de Ciencias Naturales, los cuales son gestionados por los PITC. El financiamiento proviene de diferentes agencias como: SECIHTI, CONABIO, Animal Behavior Society, la fundación Rufford, Cementos Moctezuma, Servicios Ecológicos A.C., BBVA, Santander y ECOS-NORD, entre otros.

14.3 Infraestructura

La infraestructura académica y tecnológica de investigación, docencia, difusión y divulgación científica hacen posible la operatividad académica y administrativa del DCN, lo que permite desarrollar la investigación básica y aplicada.

El DCN cuenta con 19 aulas para estudiantes con capacidad para grupos de 12 hasta 30 estudiantes. Estas aulas se encuentran equipadas con mobiliario como mesas, sillas, una computadora, un proyector o una pantalla electrónica, lo que permite a los estudiantes tomar clases para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. Adicionalmente, se cuenta con cinco salas de seminarios que generalmente se utilizan también como aulas de docencia, con capacidad para 60 personas, las cuales están equipadas con aire acondicionado, iluminación, pizarrones y pantalla electrónica. Estas salas además se utilizan para la realización de seminarios institucionales y de grupo, conferencias de profesoras y profesores de otras instituciones nacionales e internacionales que invitan los diferentes cuerpos académicos de los centros, así como para las ceremonias de obtención

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

del grado.

La DES de CN, en forma global cuenta con cinco auditorios generales para más de 150 personas donde se realizan conferencias magistrales o congresos, como el de los estudiantes del DCN. El CIByC cuenta con una biblioteca que alberga un importante acervo de libros con más de 500 ejemplares, muchos de ellos sobre cambio climático. Este acervo formó parte de la colección personal del Dr. Stephen Schneider y fue donada por la Dra. Terry Root; especialistas en cambio climático de la Universidad de Stanford.

La UAEM cuenta con una biblioteca con espacios para el estudio individual y grupal y acceso a bases de datos como: Wiley, CONRICYT, Scifinder, JAMA, JSTOR entre otros. También se cuenta con 19 aulas (12 en la FCB, cuatro en el CEIB, cuatro en el CIByC, cuatro en el CIB y dos en el Jicarero), equipadas con equipo audiovisual para impartir clases, 107 cubículos individuales o compartidos. Además, cuatro salas de juntas, bodegas de almacenamiento para material y equipo de prácticas de campo, espacios para el trabajo administrativo y de atención a los estudiantes, 20 laboratorios de investigación que cuentan con medidas de bioseguridad y seguridad de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas. Algunos centros como el CIByC, cuentan con espacios con escritorio individual para los estudiantes y dentro del Campus de la Universidad se cuenta con acceso a la red para el desarrollo del trabajo de tesis. Además, el CIByC cuenta con cocina y área de café para que el alumnado pueda permanecer y convivir con sus pares durante el desarrollo de su tesis. Además, se tienen colecciones científicas certificadas de vertebrados (aves, anfibios, reptiles, y mamíferos) e invertebrados y un Herbario. En el CIBYC se cuenta con viveros en los que se desarrollan experimentos en ecología evolutiva y conservación con variedades de plantas silvestres. Por último, se dispone de dos Estación Biológica en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, con dormitorios, comedor, cocina y auditorio.

Todas las unidades que forman parte del DCN cuentan con oficina para la dirección, oficina para la secretaría académica, cubículo para la secretaría de extensión, cubículos para jefaturas, cubículos para asistentes, espacio de recepción para secretarias, cubículo para

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

el oficial administrativo de servicios escolares, laboratorio para docencia, centro de cómputo, salas audiovisuales, cubículos para tutoría, sala de maestros, cubículos para las y los PITCs, cubículo para jefaturas, cubículo para una isla de edición. El CEIB cuenta con un centro de cómputo propio para proporcionar servicio preferentemente a los estudiantes del posgrado. En este espacio se encuentran instaladas ocho computadoras conectadas a internet, que permiten tener acceso a información internacional, correos electrónicos y la consulta de bases de datos (CONRICYT y Biblioteca-UAEM). Se proporciona también servicio de impresión y escaneo.

Para proporcionar el soporte técnico y de mantenimiento de los equipos de cómputo, hay dos licenciados en sistemas contratados para dar servicio a investigadores e investigadoras y de las personas en formación. Se encargan de asegurar el buen funcionamiento del equipo y de proporcionar el apoyo técnico a estudiantes y personas académicas en el manejo de software y paquetes tecnológicos. Para llevar a cabo la administración de los expedientes de las personas en formación se cuenta con tres personas contratadas. Adicionalmente, en los laboratorios de investigación hay equipo de cómputo que permite la operación de la mayoría de los equipos, así como para el trabajo de las personas en formación y personal técnico académico. Para el caso de las investigadoras y los investigadores, cuentan con una computadora personal de escritorio y portátil, impresora y escáner. Todos los equipos se encuentran conectados a la red. Se ofrece a todas las personas en formación, profesoras y profesores del DCN acceso a los servicios de información por internet. Se tiene una página web (https://www.uaem.mx/ceib/dcn.html) que contiene la información general de las unidades académicas, información de los laboratorios, proyectos de investigación, líneas de investigación y toda la información sobre el programa del DCN (convocatoria, investigadores, líneas generales de aplicación del conocimiento, estudiante, movilidad, etc.).

A cada uno de los estudiantes del programa se les asigna un correo electrónico institucional al que pueden tener acceso desde cualquier computadora localizada dentro o fuera del campus. En todos los salones de clase y auditorio, se tiene acceso a internet a través de la

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

infraestructura instalada, de este modo los estudiantes del posgrado pueden tener acceso a los servicios de internet en cualquier parte de los Centros.

14.4 Recursos materiales

La DES de CN ha gestionado recursos para contar con equipo especializado en espacios en común, por lo que se ha logrado acondicionar áreas de trabajo para el desarrollo de las líneas de investigación y por lo tanto, de las tesis de los estudiantes de doctorado. A continuación se menciona el principal equipo existente: equipos de HPLC (con detectores de Infrarrojo, UV, automatizados y manuales), espectrofotómetro de absorción atómica, microscopios estereoscópicos, microscopios compuestos y de epifluorescencia liofilizadores, ultracongeladores, incubadoras de ambiente controlado, estufas incubadoras, refrigeradores, cuartos de cultivo para células animales con cámaras controladoras, tres cuartos de crecimiento de plantas, invernadero, dos cromatógrafos de gases, espectrofotómetros de UV, fermentadores *air-lift*y tanque agitado en diferentes volúmenes, termocicladores de punto final y en tiempo real, centrífugas, congeladores, incubadores de temperaturas controladas, incubadores orbitales, estufas, incubadoras, campanas extractoras, campanas de flujo laminar, área de recolección de RPBI, cuarto de revelado, desionizador de agua destilada y ultrapura, cuarto de biorreactores, cuarto frío, campanas de bioseguridad, autoclaves, biofotómetros, agitadores, entre otros.

La UAEM y las personas investigadoras gestionan recursos para dar mantenimiento a los equipos de los centros de investigación, con técnicos especializados. Esto permite la operación de los equipos para que se realicen los proyectos de investigación satisfactoriamente y por consiguiente se mantenga la eficiencia terminal de los estudiantes.

La UAEM tiene un contrato con el Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRYCYT) por lo que tiene acceso a bases de datos de publicaciones científicas a nivel mundial, así como convenios específicos para el acceso a recursos académicos a través del Sistema de Biblioteca-UAEM.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

14.5 Estrategias de desarrollo

El DCN promueve la participación de quienes integran el NA en actividades de formación y actualización de manera permanente a través de cursos pedagógicos, disciplinarios, de desarrollo humano y otros que se imparten en la unidad de adscripción. Además, propicia su participación en congresos, simposios, foros, conferencias, proyectos de investigación, así como a contribuir a resolver las problemáticas sociales del entorno, entre otros. Los profesores del NA realizan estancias académicas con pares en universidades nacionales y en el extranjero. Por ejemplo, estancias sabáticas en UNAM, Universidad de Aviñón, Universidad Antonio Nariño, Universidad Autónoma de Madrid, entre otras.

Asimismo, se cuenta con mecanismos permanentes de comunicación y retroalimentación con el área de servicios escolares, lo que permite acceder al sistema de registro escolar de las unidades de aprendizaje y los mecanismos que aseguren el seguimiento de la trayectoria académica de los estudiantes.

A través del Programa de Seguimiento de Egresados se propicia la retroalimentación y medición del impacto de este programa educativo en la sociedad. Estas acciones fortalecen los vínculos y los convenios para la inserción de los estudiantes en los escenarios de prácticas, estancias, internados, servicio social y otros.

Para mantener la calidad académica del programa de DCN:

1) Se propicia la permanencia y promoción de quienes integran el Núcleo Académico del DCN en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores.
2) Se promueve el intercambio académico de PITC del NA a través de convenios de colaboración con grupos de reconocido prestigio de IES nacionales e internacionales.
3) Se fomentan las estancias de investigación de PITC del NA con Cuerpos Académicos de otras IES, y con grupos de reconocido prestigio en el campo de la Ciencias Naturales a nivel internacional. Se someten proyectos de investigación a agencias financieras para la obtención de recursos.
4) Se fortalece la infraestructura de la DES de CN a través de la participación en convocatorias nacionales e internacionales para su financiamiento.
5) Se promueve el DCN en otras IES nacionales mediante el uso de medios electrónicos, impresos, exposiciones en ferias de posgrado, etc.

U.A.E.M.
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS CIB
SECRETARIA GENERAL

6) Mediante el seguimiento continuo de su trayectoria académica, se impulsa la obtención del grado en tiempo y forma de las personas en formación del DCN.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

15. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR

El Consejo Interno de Posgrado (CIP) en coordinación con la Secretaría Académica precisa los criterios y procedimientos metodológicos para una evaluación permanente, continua, sistemática e integral del Plan de Estudios del DCN. El CIP, en conjunto con el profesorado del núcleo académico, coordina la evaluación curricular y actualización del Plan de Estudios, donde cada cinco años se realiza una reestructuración del plan de estudios del DCN para dar cumplimiento al Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM.

La Comisión de Reestructuración Curricular está integrada por 9 profesoras y profesores representantes de las unidades académicas (la persona titular de la dirección, la persona titular de la secretaria de la unidad operativa, la persona titular de la coordinación, 3 profesores y profesoras representantes de la línea terminal de biotecnología, 3 profesores y profesoras representantes de la línea terminal de biología evolutiva y conservación) y 1 enlace administrativo que participan en el posgrado.

La Comisión de Reestructuración Curricular, en conjunto con la Comisión Académica Interna, programa espacios de análisis y reflexión en torno a la operatividad del programa educativo con la finalidad de identificar las modificaciones necesarias que permitan que este se adapte a los nuevos requerimientos sociales y a los avances del conocimiento, siempre en atención a los criterios de calidad del SNP de la SECIHTI.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBγC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

16. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Cobo-Lewis, A. B., Pearson, B. Z., Eilers, R. E., & Umbel, V. C. (2002). *Effects of bilingualism and bilingual education on oral and written English skills: A multifactor study of standardized test outcomes* (pp. 64-97). Na.

Lineamientos de diseño y reestructuración curricular (2017), Órgano Informativo Universitario Adolfo Menéndez Samará, (100), 1-48. Recuperado de: https://www.uaem.mx/organizacion-institucional/organo-informativo-universitario/menendez_samara_100.pdf

Modelo Universitario UAEM (2022). Universidad autónoma del Estado de Morelos. https://www.uaem.mx/organizacion-institucional/organo-informativo-universitario/Menendez_Samara_No_128c.pdf

Morales López, Sara, Hershberger del Arenal, Rebeca, & Acosta Arreguín, Eduardo. (2020). Evaluación por competencias: ¿cómo se hace? *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, *63*(3), 46-56. Epub 05 de marzo de 2021.https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2019.63.3.08

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019) El Trabajo de la OCDE Sobre Educación y Competencias https://www.oecd.org/education/El-trabajo-de-la-ocde-sobre-educacion-y-competencias.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2023) Education at Glance 2023 https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2023. Informe de los objetivos de desarrollo sostenible. United Nations, New York. USA.

Pearson Annual Report. 2002. Pearson Education. https://ar2002.pearson.com/28.html

Plan Estatal de Desarrollo 2025-2030 (PED). Recuperado en https://mixtli.morelos.gob.mx/index.php/s/X8Q6TeGgM4rHrNy

Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) (2024-2030). Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Recuperado de https://pide.uaem.mx/#flipbook-df_2257/1/

Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, Gobierno de la República de México, 28 de febrero 2025. Recuperado de https://www.gob.mx/presidencia/documentos/plan-nacional-de-desarrollo-2025-2030-391771

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Política Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior. 2022. Secretaría de Educación Pública, Consejo Nacional para la Coordinación de la Educación Superior. Ciudad de México. México.

Reglamento General de Estudios de Posgrado. 2020. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Recuperado de https://lopezobrador.org.mx/wpcontent/uploads/2019/05/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2019-2024.pdf

UNESCO. (2021). UNESCO normative instruments in education: Basic texts (2nd ed.). Paris, France: UNESCO.

UNESCO 2025. El derecho a la educación. Disponible en https://www.unesco.org/es/right-education/need-know#:~:text=La%20educaci%C3%B3n%20es%20en%20s%C3%AD,participar%20plenamente%20en%20la%20sociedad. Consultado: marzo 2025

OECD (2024), "The state of academic careers in OECD countries: An evidence review", OECD Education Policy Perspectives, No. 91, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/ea9d3108-en.

Marco General del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior Agosto de 2023 https://educacionsuperior.sep.gob.mx/sites/default/files/2025-01/marco_gral_SEAES.pdf

Modelo Universitario https://www.uaem.mx/organizacion-institucional/organo-informativo-universitario/Menendez_Samara_No_128c.pdf

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

ANEXO I PROGRAMAS DE DOCTORADO SIMILARES AL DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES, RECONOCIDOS POR EL SNP.

INSTITUCIÓN	ENTIDAD	PROGRAMA
BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA	PUEBLA	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA	PUEBLA	DOCTORADO EN CIENCIAS MICROBIOLOGÍA
CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA DE YUCATAN AC	YUCATÁN	DOCTORADO EN CIENCIAS: CIENCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.	BAJA CALIFORNIA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN CIENCIAS DE LA VIDA
CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.	BAJA CALIFORNIA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA MARINA
CENTRO DE INVESTIGACION Y ASISTENCIA EN TECNOLOGIA Y DISEÑO DEL ESTADO DE JALISCO AC	JALISCO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN BIOTECNOLÓGICA
CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA CELULAR
CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.	GUANAJUATO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA INTEGRATIVA
CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.	GUANAJUATO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA DE LAS PLANTAS
CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.	YUCATÁN	DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA HUMANA
CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD EN BIOTECNOLOGÍA
COLEGIO DE POSTGRADUADOS	VERACRUZ	DOCTORADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES
COLEGIO DE POSTGRADUADOS	TABASCO	DOCTORADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS EN EL TRÓPICO
COLEGIO DE POSTGRADUADOS	MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN EDAFOLOGÍA
COLEGIO DE	MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN RECURSOS

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

INSTITUCIÓN	ENTIDAD	PROGRAMA
POSTGRADUADOS		GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
COLEGIO DE POSTGRADUADOS	MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS FORESTALES
EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR	CHIAPAS	DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA Y DESARROLLO SUSTENTABLE
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PUBLICA	MORELOS	DOCTORADO EN CIENCIAS EN SALUD AMBIENTAL
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL	OAXACA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN ESTUDIOS AMBIENTALES Y DE LA SUSTENTABILIDAD
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS QUIMICOBIOLÓGICAS
INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA AC	SAN LUIS POTOSÍ	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA AC	SAN LUIS POTOSÍ	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA MOLECULAR
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	VERACRUZ	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	QUINTANA ROO	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	TAMAULIPAS	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	AGUASCALIENTES	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA EN PROCESOS AGROPECUARIOS
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	GUANAJUATO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	OAXACA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD DE AGROECOSISTEMAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO	COAHUILA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO	COAHUILA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA ZONAS ÁRIDAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA BENITO JUAREZ DE OAXACA	OAXACA	DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS Y BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES	AGUASCALIENTES	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES	AGUASCALIENTES	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA	BAJA CALIFORNIA	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

INSTITUCIÓN	ENTIDAD	PROGRAMA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA	BAJA CALIFORNIA	DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO	MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO	MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO	MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES Y DEL AMBIENTE
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO	DURANGO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE EN ZONAS ÁRIDAS.
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIAPAS	CHIAPAS	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y SUSTENTABILIDAD
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ	CHIHUAHUA	DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUERRERO	GUERRERO	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE LA CIUDAD DE MEXICO	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS GENÓMICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT	NAYARIT	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS EN EL ÁREA DE: A: CIENCIAS AGRÍCOLAS, B: CIENCIAS AMBIENTALES, C: CIENCIAS PESQUERAS, D: CIENCIAS ZOOTÉCNICAS Y VETERINARIAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN MICROBIOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN MICROBIOLOGÍA APLICADA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN CONSERVACIÓN FAUNA SILVESTRE Y SUSTENTABILIDAD
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO	QUERÉTARO	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO	QUERÉTARO	DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSÍ	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA	SINALOA	DOCTORADO EN BIOTECNOLOGIA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA	SINALOA	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

INSTITUCIÓN	ENTIDAD	PROGRAMA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA	SINALOA	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE TAMAULIPAS	TAMAULIPAS	DOCTORADO EN CIENCIAS SISTEMAS AGROPECUARIOS Y MEDIO AMBIENTE
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE TAMAULIPAS	TAMAULIPAS	DOCTORADO EN ECOLOGIA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE TLAXCALA	TLAXCALA	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE YUCATAN	YUCATÁN	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES TROPICALES
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE ZACATECAS	ZACATECAS	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO	HIDALGO	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO	HIDALGO	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO	HIDALGO	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO	HIDALGO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO	MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO	MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO	MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS: BIOLOGÍA, FÍSICA Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO	MÉXICO	DOCTORADO EN SUSTENTABILIDAD PARA EL DESARROLLO
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS	MORELOS	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS	MORELOS	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTOR EN CIENCIAS INGENIERÍA QUÍMICA
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTORADO EN BIOLOGÍA EXPERIMENTAL
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTORADO EN BIOTECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS	CHIAPAS	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

INSTITUCIÓN	ENTIDAD	PROGRAMA
UNIVERSIDAD DE COLIMA	COLIMA	DOCTORADO EN CAMBIO AMBIENTAL GLOBAL
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	JALISCO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN MICROBIOLOGÍA Y LA BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	JALISCO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	JALISCO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	JALISCO	DOCTORADO EN MICROBIOLOGÍA MÉDICA
UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO	GUANAJUATO	DOCTORADO EN CIENCIAS: BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DE SONORA	SONORA	DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN	OAXACA	DOCTORADO EN BIOTECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO	TABASCO	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO	TABASCO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA Y MANEJO DE SISTEMAS TROPICALES
UNIVERSIDAD JUAREZ DEL ESTADO DE DURANGO	DURANGO	DOCTORADO EN BIOMEDICINA
UNIVERSIDAD JUAREZ DEL ESTADO DE DURANGO	DURANGO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y ECOLOGÍA
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO	MICHOACÁN	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA EXPERIMENTAL
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	CIUDAD DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD VERACRUZANA	VERACRUZ	DOCTORADO CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD VERACRUZANA	VERACRUZ	DOCTORADO EN BIOLOGÍA INTEGRATIVA
UNIVERSIDAD VERACRUZANA	VERACRUZ	DOCTORADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
UNIVERSIDAD VERACRUZANA	VERACRUZ	DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD VERACRUZANA	VERACRUZ	DOCTORADO EN ECOLOGIA TROPICAL
UNIVERSIDAD VERACRUZANA	VERACRUZ	DOCTORADO EN ECOLOGÍA Y PESQUERÍAS
UNIVERSIDAD VERACRUZANA	VERACRUZ	DOCTORADO EN MICOLOGÍA APLICADA

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

ANEXO II. COMPARACIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y NÚMERO DE CRÉDITOS SIMILARES AL DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES DE LA UAEM

Tabla 1. Comparación entre las actividades académicas y número de créditos similares al Doctorado en Ciencias Naturales de la UAEM (versión reestructurada).

SEDE	PROGRAMA	OBJETIVO	DURACIÓN	CRÉDITOS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO	Doctorado en Ciencias	Formar investigadores capaces de proponer modelos teóricos y experimentales que den solución	6 SEMESTRES	100
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA	Doctorado en Ciencias e ingeniería	Formar investigadores del más alto nivel académico, capaces de realizar investigación original de manera independiente propiciando la elevación del nivel de la enseñanza y la investigación en ingeniería, la realización de estudios multi e interdisciplinarios, así como la ampliación de grupos de alto nivel capaces de formar recursos humanos para el desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica en ingeniería en el país.	8 SEMESTRES	160
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE	Doctorado en ciencias en el uso, manejo y preservación de los recursos naturales	Identificar, estudiar y contribuir en la resolución de los problemas asociados al desarrollo científico y tecnológico con un enfoque original.	8 SEMESTRES	258
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD CUAJIMALPA	Doctorado en Ciencias naturales e ingeniería	Formar profesionales de alto nivel, que sean personas autónomas, creativas, críticas y capaces de realizar investigación original, disciplinaria o interdisciplinaria, en problemas de frontera relacionados con los diversos campos de las ciencias naturales o la ingeniería.	12 TRIMESTRES	365
SEDE	**PROGRAMA**	**OBJETIVO**	**DURACIÓN**	**CRÉDITOS**
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN	Doctorado en ciencias con especialidad en manejo de recursos naturales	La humanidad enfrenta problemas cada vez más complejos que requieren enfoques multidisciplinarios y demanda soluciones dinámicas que se adapten a variantes de paisaje, culturales y económicas, que sean modelos viables y espacio-temporalmente repetibles. Por ello, nuestra función y misión con el programa de doctorado es orientar y guiar al profesionista a un libre pensamiento, la independencia en la generación de conocimiento de vanguardia mediante la investigación, capacidad de trabajar en equipo, una actitud crítica y objetiva con sensibilidad económica, ecológica y apegada a los valores sociales.	10 SEMESTRES	120

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

SEDE	PROGRAMA	OBJETIVO	DURACIÓN	CRÉDITOS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO	Doctorado en Ciencias Biológicas	Del Doctorado en Ciencias Biológicas es formar egresados de alto nivel para la investigación y la práctica profesional, capaces de generar conocimientos, con un sentido ético y compromiso social, que permita la solución de los problemas locales, nacionales e internacionales.	8 SEMESTRES	154
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	Doctorado en ciencias en biosistemática, ecología y manejo de recursos naturales y agrícolas	Capacitar recursos humanos de alta calidad académica en el campo de las Ciencias Biológicas y Agrícolas.	7-10 SEMESTRES	239
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	Doctorado en Ciencias en Biología	Formar recursos humanos especializados, capaces de realizar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, que generen nuevos conocimientos y atiendan la problemática regional y nacional relacionada con la biodiversidad, conservación de los ecosistemas y manejo sustentable de los recursos naturales; aplicando métodos, técnicas y estrategias innovadoras con alto rigor científico.	8 SEMESTRES	164
UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO	Doctorado en Biología	Preparar profesionales del más alto nivel académico, capaces de desarrollar proyectos de investigación original mediante la consolidación de una cultura científica y tecnológica en el área de Biología. Asimismo, desarrollar su capacidad de investigación e innovación, así como una visión amplia y crítica de los conocimientos y metodologías de investigación en el área biológica, con base en el desarrollo de su trabajo de investigación de tesis en alguna de las líneas de generación y aplicación del conocimiento del departamento de biología de la DCNE de la Universidad de Guanajuato	10 SEMESTRES	252
SEDE	**PROGRAMA**	**OBJETIVO**	**DURACIÓN**	**CRÉDITOS**
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA	Doctorado en biología experimental	Formar recursos humanos de alto nivel en aspectos teóricos y prácticos de la investigación en Biología Experimental, a través de su capacitación para la formulación, el análisis y la discusión de problemas a investigar en el área, así como para el ejercicio de métodos y técnicas de experimentación conducentes a un grado de especialización.	12 TRIMESTRES	216
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	Doctorado en Ciencias Biológicas	El objetivo del Doctorado en Ciencias Biológicas es la formación de científicos que, además de poseer un dominio del cuerpo integrador de conocimientos de las Ciencias Biológicas y de sus metodologías y técnicas, sean capaces de generar conocimiento novedoso, identificar y proponer problemas de investigación original básica y aplicada y de proponer estrategias de solución.	8 SEMESTRES	
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES	Doctorado en Ciencias Biológicas	Formar recursos humanos con una preparación sólida en diversos campos de las ciencias biológicas, capaces de generar conocimiento novedoso y registrarlo ante el IMPI, e identificar problemas a nivel nacional, proponer soluciones en sus áreas de trabajo y desarrollar proyectos de investigación interdisciplinarios. Los egresados	8 SEMESTRES	280

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

SEDE	PROGRAMA	OBJETIVO	DURACIÓN	CRÉDITOS
		formados serán capaces de publicar sus resultados en revistas indexadas de alto impacto, así como formar recursos humanos con la máxima habilitación.		
UNIVERSIDAD MICHOACANA SAN NICOLÁS DE HIDALGO	Doctorado en Ciencias Biológicas	Formar recursos humanos con alta calidad académica, capaces de realizar investigación científica original, que incida en la solución de problemas biológicos y ambientales.	8 SEMESTRES	287
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA	Doctorado en Ciencias Biológicas	Los principales propósitos del DOCIBIOL son la generación y aplicación de conocimiento, así como la formación nuevos Profesores Investigadores con un sólido nivel científico y especialización con alta capacidad crítica y creativa, capaces de liderar nuevos grupos de investigación original y docencia, que coadyuven a la solución de problemas, de las áreas médico-biológicas, biomateriales, nanotecnología y medio ambiente, que afectan a la población nacional e internacional, y mediante un enfoque interdisciplinario e innovador contribuir al desarrollo de nuevos servicios, transferencia de tecnología y vinculación con el sector productivo y público, en beneficio de la Universidad y la sociedad.	8 SEMESTRES	175
SEDE	**PROGRAMA**	**OBJETIVO**	**DURACIÓN**	**CRÉDITOS**
COLEGIO DE POSTGRADUADOS	Doctorado en Ciencias	Formar Doctores y Doctoras en Ciencias con excelencia académica, conocedores de los niveles de organización biológica (moléculas a paisajes). Las y los egresados propiciarán la gestión sustentable de los recursos vegetales, con énfasis en conservación biológica, adecuado aprovechamiento, producción y seguridad alimentaria, en temas de salud y cambio climático, así como en los bienes y servicios demandados por la sociedad para la conservación del ambiente y el desarrollo social y económico del país sin menoscabo de la biodiversidad.	12 CUATRIMESTRES	85
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TAMAULIPAS	Doctorado en Medioambiente	Formar profesionales participativos y capaces de gestionar el conocimiento, contribuyendo a la investigación.	7 SEMESTRES	180
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA	Doctorado en Philosophia	Formar recursos humanos de alto nivel académico y necesidad social, capaces de aportar soluciones a los problemas complejos de la producción animal y el manejo y uso de recursos naturales mediante la generación y aplicación innovadora del conocimiento y el desarrollo tecnológico y educativo, para contribuir al desarrollo sustentable del estado de Chihuahua, el norte del país y de México y del mundo en general.	6 SEMESTRES	
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TAMAULIPAS	Doctorado en Ciencias	Formar recursos humanos en ciencias agropecuarias, los recursos naturales y el medio ambiente con	6 SEMESTRES	150
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TABASCO	Doctorado en Ciencias en ecología y manejo de sistemas tropicales	Formar recursos humanos críticos y propositivos, enfocados en la investigación científica y	8 SEMESTRES	255

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

SEDE	PROGRAMA	OBJETIVO	DURACIÓN	CRÉDITOS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN	Doctorado en ciencias de manejo de recursos naturales tropicales	Formar doctores en ciencias de alto nivel académico capaces de proponer soluciones a la problemática del manejo de recursos naturales tropicales o agropecuaria, mediante la generación y aplicación de conocimiento científico original e independiente, así como que sean capaces de participar en grupos de investigación y de colaborar en la formación de recursos humanos, de difundir el conocimiento científico y tecnológico en el área agropecuaria y del manejo de recursos naturales, para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población de las regiones tropicales.	8 SEMESTRES	168
ECOSUR	Doctorado en ciencias en ecología y desarrollo sustentable	El Programa de Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable tiene como objetivo la formación de investigadores de alto nivel que contribuyan al desarrollo científico y tecnológico. Podrán analizar, identificar y evaluar las limitaciones del desarrollo y emprender investigación original y de frontera, que contribuya a la solución de los problemas del desarrollo y la conservación de los recursos naturales. Los egresados serán capaces de contribuir al avance de las ciencias y, a su vez, participar en la formación de recursos humanos y la educación superior.	8 SEMESTRES	218
Universidad Autónoma de Guerrero/Acapulco	Doctorado en Recursos Naturales y Ecología	El Doctorado en Recursos Naturales y Ecología tiene como objetivo formar investigadores especialistas en sistemas socioecológicos y ambientales con conocimientos teóricos y metodológicos y con valores sociales que les permitan diseñar, ejecutar y evaluar proyectos de investigación enfocados al estudio de los ecosistemas y el uso sustentable de sus recursos bióticos y abióticos; con el fin de generar conocimiento y atender problemáticas de prioridad nacional en vinculación con los diversos actores sociales, en los temas de sistemas socioecológicos y sustentabilidad, agua, agentes tóxicos y procesos contaminantes, cambio climático y calidad del aire, y soberanía alimentaria, con énfasis en el estado de Guerrero y la Región Sur de México.	8 SEMESTRES	179

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Tabla 2. Programas de Doctorado con enfoques y líneas de investigación similares al del Doctorado en Ciencias Naturales.

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
1	Universidad de Buenos Aires	Doctorado en Ciencias Agropecuarias	**Objetivo:** No se describe **LGACs:** No se describen	Argentina
Página WEB:	http://epg.agro.uba.ar/carreras/doctorado-en-ciencias-agropecuarias/			
2	Universidad de Buenos Aires	Doctorado en Ciencias Biológicas	**Objetivo:** Formar graduados/as del más alto nivel académico, capaces de contribuir al desarrollo del conocimiento con aportes originales en sus respectivas áreas de conocimiento dentro de las Ciencias Exactas y Naturales, en aspectos teóricos, experimentales y aplicados. **LGACs:** No se describen	Argentina
Página WEB:	https://www.ege.fcen.uba.ar/academico/posgrado/doctorado/			
3	Universidad de Buenos Aires	Doctor con mención en Farmacia o Bioquímica	**Objetivo:** Formar investigadores con capacidad para diseñar, realizar y conducir en forma independiente investigaciones originales que contribuyan al conocimiento. **LGACs:** No se describen	Argentina
Página WEB:	https://www.ffyb.uba.ar/doctorado/			
4	Universidad Nacional del Sur	Doctorado en Bioquímica	**Objetivo:** Generar aportes originales a la disciplina, un marco de excelencia académica. **LGACs:** No se describen	Argentina
Página WEB:	https://www.bbf.uns.edu.ar/doctorado-en-bioquimica/			
5	Universidad Nacional del Sur	Doctorado en Biología	**Objetivo:** Generar aportes originales a la disciplina, un marco de excelencia académica. **LGACs:** No se describen	Argentina
Página WEB:	https://www.bbf.uns.edu.ar/doctorado-en-biologia/			

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
6	Universidad Nacional de Rosario	Doctorado en Ciencias Biológicas	**Objetivo:** Generar conocimientos científicos originales, tanto básicos como aplicados a resolver problemas de alcance nacional e internacional en el campo de la biología. **LGACs:** No se describen	Argentina
Página WEB:	https://www.fbioyf.unr.edu.ar/?page_id=414			
7	Pontificia Universidad Católica de Chile	Doctorado en Ciencias Biológicas	**Objetivo:** No se describe **LGACs:** Biología celular y molecular Ciencia fisiológicas Ecología enética molecular y microbiología	Chile
Página WEB:	https://postgrado.bio.uc.cl/			
8	Pontificia Universidad Católica de Chile	Doctorado en Biotecnología Vegetal	**Objetivo:** Formar doctores de gran competencia en el área de la Biotecnología Vegetal y sus aplicaciones agroforestales en sistemas vegetales, aplicaciones tecnológicas y de sustentabilidad, capaces de abordar problemáticas del sector agrícola y forestal del país, proponiendo soluciones biotecnológicas innovadoras, así como de difundir en la sociedad sus actividades y conocimientos asociados a lograr la incorporación de nuevas tecnologías para el mejoramiento de especies vegetales o de procesos de producción asociados a procesos biológicos. **LGACs:** Genómica vegetal y biotecnología Respuesta a estrés abiótico e Interacción	Chile

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
			planta-organismos Desarrollo, metabolismo y postcosecha vegetal	
Página WEB:	https://postgrado.agronomia.uc.cl/doctorados/doctorado-en-biotecnologia-vegetal			
9	Universidad Andrés Bello	Doctorado en Bioinformática y Biología de Sistemas	**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de postgrado una formación científica avanzada con las competencias necesarias para desenvolverse en distintos niveles de organización biológica, profundizando en la comprensión de los mecanismos moleculares en sistemas biológicos, y contribuyendo al desarrollo e implementación de métodos cuantitativos para el análisis masivo de datos, y a la generación de nuevo conocimiento. **LGACs:** Bioinformática Genómica y sistemas biológicos	Chile
Página WEB:	https://investigacion.unab.cl/doctorados/doctorado-bioinformatica-biologia-sistemas/			
10	Universidad Andrés Bello	Doctorado en Biotecnología	**Objetivo:** Entregar una formación doctoral de excelencia y multidisciplinaria, que capacite a sus graduados para abordar problemáticas biotecnológicas y proponer soluciones a través de conocimientos y habilidades avanzadas en Ciencias de la Vida y en la generación de tecnologías de base biológica desarrollada mediante	Chile

U.A.E.M.
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
			investigación sistemática, autónoma y original, comunicando los hallazgos, en particular, en las líneas de Biotecnología Biomédica y Animal, Biotecnología Microbiana y/o Biotecnología Vegetal, integrando conocimientos en propiedad intelectual y patentamiento, bioética y bionegocios, **LGACs:** Biotecnología biomédica y animal Biotecnología microbiana Biotecnología vegetal	
Página WEB:	https://investigacion.unab.cl/doctorados/doctorado-en-biotecnologia/			
11	Universidad Austral de Chile	Doctorado en Ciencias mención Biología Celular y Molecular	**Objetivo:** Formar científicos y científicas del más alto nivel, que desarrollen un espíritu crítico y la capacidad de identificar y resolver preguntas biológicas en el contexto de la bioquímica, biología molecular y de la función celular. **LGACs:** Bioquímica y biología molecular Fisiología celular	Chile
Página WEB:	https://www.postgradociencias.uach.cl/doctorado-biologia-celular/			
12	Universidad Austral de Chile	Doctorado en Ciencias mención Ecología y Evolución	**Objetivo:** Impartir formación científica avanzada en ciencias ecológicas y evolutivas, para así formar científicos/as integradores/as e independientes. **LGACs:** Ecología Evolución	Chile
Página WEB:	https://www.postgradociencias.uach.cl/doctorado-ecologia-evolucion/			

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
13	Universidad Autónoma de Chile	Doctorado en Ciencias Aplicadas	**Objetivo:** Formar capital humano avanzado en las áreas de Energía, Medio Ambiente y Biotecnología a través de la investigación aplicada en un entorno competente y de calidad, de tal manera de ser un aporte en la generación de conocimiento y de soluciones efectivas para las problemáticas que enfrenta la sociedad a nivel nacional, regional y global. **LGACs:** Energía Medio ambiente Biotecnología	Chile
Página WEB:	https://www.uautonoma.cl/doctorado-en-ciencias-aplicadas/			
14	Universidad Autónoma de Chile	Doctorado en Ciencias Biomédicas	**Objetivo:** Contribuir a la formación de investigadores para Chile y el mundo, que permita fortalecer el desarrollo de las ciencias biomédicas. Para ello busca formar graduados, capaces de liderar áreas de desarrollo que permitan extender los campos del conocimiento en alguna de las disciplinas de las Ciencias Básicas que sustentan las Ciencias de la Salud (ciencias biomédicas) y puedan integrarse a grupos de investigación. **LGACs:** Neurociencias aplicadas Patogénesis y control microbiológico Fisiología y metabolismo Inmunopatología y patologías celulares	Chile
Página WEB:	https://www.uautonoma.cl/doctorado-en-ciencias-biomedicas/			

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
15	Universidad Católica de Maule	Doctorado en Biotecnología Traslacional	**Objetivo:** Formar capital humano avanzado realizando investigación multidisciplinar con potencial de ser transferida a la sociedad, respondiendo a las necesidades de la región y el país, resultando en bioprocesos, bioproductos y servicios aplicados a las áreas de agroindustria avanzada, alimentos funcionales, medio ambiente y biomedicina en un contexto de sostenibilidad. **LGACs:** Agroindustria avanzada Medioambiente y sostenibilidad Biomedicina	Chile
Página WEB:	https://vrip.ucm.cl/doctorado-biotecnologia-traslacional/			
16	Universidad de Chile	Doctorado en Bioquímica	**Objetivo:** No se describe **LGACs:** Estructura de las proteínas Estrés celular Bioenergética y metabolismo celular Procesos bioquímicos del sistema nervioso Fisiología molecular Genómica funcional Biología molecular y bioinformática Bioquímica bacteriana y viral	Chile
Página WEB:	https://uchile.cl/postgrados/6323/bioquimica			

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
17	Universidad de Chile	Doctorado en Biotecnología Molecular	**Objetivo:** Formar un investigador capacitado para **desarrollar proyectos de investigación de manera independiente** y que estén dirigidos a **resolver problemas** que tengan aplicabilidad en las áreas biomédicas, industriales, agropecuarias, farmacéuticas, alimentarias, ambientales y bioinformáticas tanto en sus aspectos básicos como en los procesos y productos biotecnológicos. **LGACs:** No se describen	Chile
Página WEB:	https://uchile.cl/postgrados/86027/biotecnologia-molecular			
18	Universidad de Chile	Doctorado en Ciencias Biomédicas	**Objetivo:** Formación de investigadores/as independientes altamente calificados en el área de la biomedicina. Se fundamenta en el reconocimiento de que la medicina moderna depende en forma directa del avance del conocimiento en disciplinas básicas tales como Biología Celular, Biología Molecular, Bioquímica, Neurociencias, Inmunología, Fisiología, Farmacología, Microbiología, entre otras. **LGACs:** No se describen	Chile
Página WEB:	https://uchile.cl/postgrados/10285/ciencias-biomedicas			
19	Universidad de Chile	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Ingeniería Química y Biotecnología	**Objetivo:** formar graduados y graduadas del más alto nivel académico, con capacidad para plantear y conducir de manera independiente investigación básica y	Chile

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
			aplicada en diversas áreas de frontera de la Ingeniería de Procesos con especialización en Procesos Químicos o Biotecnológicos. **LGACs:** Uso de Cepas Recombinantes e Ingeniería Metabólica Separación, Caracterización e Ingeniería de Proteínas Modelos Matemáticos e Informáticos Electroquímica /Hidrometalurgia Catálisis y Gasificación Polímeros y Nuevos Materiales	
Página WEB:	https://uchile.cl/postgrados/6304/ciencias-de-la-ingenieria-mencion-ingenieria-quimica-y-biotecnologia			
20	Universidad de Chile	Doctorado en Ciencias con mención Biología Molecular, Celular y Neurociencias	**Objetivo:** Formar investigadores/as independientes con una sólida formación en el área de las diferentes sub-especialidades de la Biología Molecular, Celular y Neurociencias. **LGACs:** No se describen	Chile
Página WEB:	https://uchile.cl/postgrados/6270/ciencias-mencion-biologia-molecular-celular-y-neurociencias			

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
21	Universidad de Chile	Doctorado en Ciencias mención Ecología y Biología Evolutiva	**Objetivo:** formación de investigadores que posean un amplio dominio de las ciencias biológicas en las áreas de ecología y evolución y que sean capaces de hacer aportes al avance de esta disciplina científica. **LGACs:** Ecofisiología Ecología de comunidades Ecología Evolutiva Ecología y Conservación Biológica Filogenia, Filogeografía y Genética de Poblaciones Hidrobiología Biogeografía y Paleoecología	Chile
Página WEB:	https://uchile.cl/postgrados/6279/ciencias-mencion-ecologia-y-biologia-evolutiva			
22	Universidad de Chile	Doctorado en Ciencias con mención en Microbiología	**Objetivo:** formar investigadores con una base conceptual sólida en la disciplina, capaz de liderar un grupo de investigación científica y de realizar docencia universitaria del más alto nivel, de tal modo que se constituyan en propulsores efectivos del desarrollo de la disciplina, tanto en sus aspectos básicos como en sus aplicaciones. **LGACs:** Microbiología Molecular Virología Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental Patogénesis Molecular e Inmunología	Chile
Página WEB:	https://uchile.cl/postgrados/6281/ciencias-con-mencion-en-microbiologia-			

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
23	Universidad de Concepción	Doctorado en Biotecnología Molecular	**Objetivo:** Formar capital humano avanzado, socialmente responsable, en el área de la biotecnología, con competencias para la generación de conocimientos, dirigir, crear, diseñar, innovar y desarrollar procedimientos y procesos biotecnológicos utilizados en la creación de nuevos bioproductos. **LGACs:** Biotecnología biomédica Biotecnología veterinaria Biomoléculas y bioprocesos	Chile
Página WEB:	https://biotecnologiachile.cl/			
24	Universidad de Santiago	Doctorado en Biotecnología	**Objetivo:** No se describe **LGACs:** Biotecnología de microrganismos Biotecnología vegetal Biotecnología Acuícola Biotecnología de Biomedicina	Chile
Página WEB:	https://fqyb-doctorado-biotecnologia.usach.cl/?q=es			
25	Universidad de Santiago/ Universidad de Chile	Doctorado en Microbiología	**Objetivo:** Formar investigadores con una base conceptual sólida en la disciplina, capaces de generar nuevo conocimiento para el desarrollo científico de la Microbiología. Formar científicos capaces de liderar y/o conformar grupos de investigación que se desenvuelvan en la academia, institutos o centros de investigación. Contribuir a satisfacer la demanda en Chile de científicos de alto nivel de competitividad nacional e	Chile

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
			internacional **LGACs:** Virología Ecología microbiana Microbiología molecular Patogénesis molecular e inmunología	
Página WEB:	https://www.quimicaybiologia.usach.cl/programas/doctorado-en-microbiologia-programa-doctorado-conjunto-en-microbiologia			
26	Universidad Mayor	Doctorado en Genómica Integrativa	**Objetivo:** formar investigadores con sólidos conocimientos y habilidades en las Ciencias Genómicas que puedan proponer y generar proyectos científicos innovadores, basados en el conocimiento y la experimentación. **LGACs:** Bases genómicas de enfermedades neurodegenerativas y envejecimiento Patogénesis, Inmunología e interacción microbioma – hospedero Desarrollo y respuesta al ambiente en plantas Bioinformática y Biología Computacional Microbiología, Ecología y Genómica Ambiental	Chile
Página WEB:	https://postgrados.umayor.cl/programas/doctorado-en-genomica-integrativa			
27	Universidad Técnica Federico Santa María/ Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Doctorado en Biotecnología	**Objetivo:** Formación de graduados del más alto nivel académico, capaces de crear y transferir conocimientos en y desde el área de la biotecnología para el desarrollo de bienes y servicios en las áreas de salud humana y animal, bioprocesos y medioambiente. **LGACs:** No se describen	Chile

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
Página WEB:	https://www.doctoradoenbiotecnologia.cl/			
28	Universidad de Talca	Doctorado en Ciencias mención Biología Vegetal y Biotecnología	**Objetivo:** formar capital humano avanzado capacitado para contribuir, en forma autónoma y en colaboración, a la investigación, desarrollo y aplicación de las diferentes disciplinas de la biología vegetal y biotecnología que propendan principalmente al mejoramiento de la producción silvoagrícola dentro de un contexto sustentable mediante la integración de conocimientos avanzados en disciplinas de la biología de organismos vegetales y de las interacciones de las plantas con su entorno abiótico y otros organismos asociados. **LGACs:** Estrés biótico y abiótico Recursos filogenéticos cultivados y nativos Ecología molecular y funcional	Chile
Página WEB:	https://postgrado.utalca.cl/portfolio/doctorado-en-ciencias-mencion-ingenieria-genetica-vegetal/			
29	Universidad de Valparaíso	Doctorado en Ciencias con mención en Biofísica y Biología Computacional	**Objetivos:** Entregar una sólida formación teórica y práctica en biofísica de proteínas, bioinformática, modelos en biología estructural y neurociencia computacional, aplicadas a diferentes niveles de la organización biológica. Promover la ciencia interdisciplinaria mediante la atracción de estudiantes con diversa formación inicial de pregrado, entregándoles las oportunidades de	Chile

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
			complementar su formación en diversas áreas. Formar científicos capaces de innovar y contribuir al desarrollo de la ciencia y tecnología en el país. Fortalecer la integración de la investigación en ciencia básica y sus aplicaciones numéricas en áreas de la salud, ingeniería, robótica, entre otras. **LGACs:** Biofísica de macromoléculas Biología computacional	
Página WEB:	https://postgrados.uv.cl/doctorado/ciencias-mencion-biofisica-y-biologia-computacional			
30	Universidad del Valle	Doctorado en Bioingeniería	**Objetivo:** formar doctores con competencias transdisciplinares y alta calidad académica, promover el desarrollo e innovación en las diversas áreas de frontera de la ingeniería relacionadas con procesos industriales, químicos, biológicos y biotecnológicos, para que la región y el país desarrollen capacidades científicas y tecnológicas que impacten positivamente la calidad de vida de las personas y el desarrollo económico. **LGACs:** Biomateriales y medicina regenerativa Ingeniería biomédica Biotecnología ambiental Biotecnología agroalimentaria	Colombia
Página WEB:	https://salud.univalle.edu.co/posgrados/doctorados/2-uncategorised/205-doctorado-en-bioingenieria			

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
31	Universidad del Valle	Doctorado en Ciencias Ambientales	**Objetivo:** Formar investigadores en el campo de las ciencias ambientales que generen conocimiento y/o soluciones a los problemas inherentes a la relación sociedad – naturaleza. **LGACs:** Sociedad y ambiente Sistemas productivos, tecnológicos y ambiente Territorio y ambiente	Colombia
Página WEB:	https://ciencias.univalle.edu.co/posgrados/doctorado-en-ciencias-ambientales			
32	Universidad del Valle	Doctorado en Ciencias - Biología	**Objetivo:** formar profesionales con capacidad de liderar, planear y desarrollar proyectos de investigación en las diferentes áreas de conocimiento de la biología, que contribuyan al desarrollo de las ciencias biológicas y a la formación de investigadores, desarrollando nuevas líneas de investigación a través de su participación en grupos y centros de investigación. **LGACs:** Identificación y caracterización de la biodiversidad Ecología y biología de la conservación Biología aplicada y biotecnología Genética y evolución	Colombia
Página WEB:	https://ciencias.univalle.edu.co/posgrados/doctorado-en-ciencias-biologia			

U.A.E.M. SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
33	Universidad del Valle	Doctorado en Ciencias Biomédicas	**Objetivo:** Formar investigadores y líderes científicos con capacidad de realizar y orientar en forma autónoma procesos investigativos y académicos en el área de las Ciencias Biomédicas. **LGACs:** No se describen	Colombia
Página WEB:	https://salud.univalle.edu.co/posgrados/doctorados/12-ciencias-basicas/45-doctorado-en-ciencias-biomedicas			
34	Universidad Industrial de Santander	Doctorado en Ciencias Biológicas	**Objetivo:** No se describe **LGACs:** Estudios en biodiversidad Investigación en biotecnología industrial y biología molecular Investigación en ecofisiología vegetal & ecosistemas terrestres Investigación en microbiología y genética	Colombia
Página WEB:	https://posgrados.uis.edu.co/doctorado-en-ciencias-biologicas/			
35	Universidad Industrial de Santander	Doctorado en Ciencias Biomédicas	**Objetivo:** No se describe **LGACs:** No se describen	Colombia
Página WEB:	https://posgrados.uis.edu.co/doctorado-en-ciencias-biomedicas/			
36	Universidad Nacional de Colombia	Doctorado en Ciencias-Biología	**Objetivos:** Formar investigadores capaces de construir autónomamente conocimiento científico necesario para el inventario, la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales del país. Consolidar grupos de investigadores con el fin de construir escuelas que, sobre bases científicas, contribuyan en el diagnóstico y solución de problemas biológicos en sus áreas de especialización. **LGACs:** No se describen	Colombia

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
Página WEB:	https://ciencias.bogota.unal.edu.co/estudiar_en_la_facultad/posgrados/doctorados/biologia/			
37	Universidad Nacional de Colombia	Doctorado en Ciencias-Bioquímica	**Objetivo:** Preparar a los estudiantes para que sean capaces de iniciar y completar una investigación original, compleja y relevante teniendo en cuenta las implicaciones éticas y sociales de la misma. **LGACs:** Bioquímica y biología molecular de hormonas Bioquímica y biología molecular de parásitos Estructura y función de proteínas Interacción hospedero patógeno Microbiología ambiental	Colombia
Página WEB:	https://ciencias.bogota.unal.edu.co/estudiar_en_la_facultad/posgrados/doctorados/bioquimica/			
38	Universidad Nacional de Colombia	Doctorado en Ciencias - Biotecnología	**Objetivos:** Formar investigadores de la más elevada calidad académica, capaces de realizar investigación original e independiente, básica y/o aplicada en el área de la biotecnología. A través del programa se promoverá el desarrollo de la capacidad investigativa nacional en los diferentes campos de aplicación de la Biotecnología, al tenor de los cambios en el entorno internacional para enfrentar el reto de la utilización sostenible de los Recursos Naturales. Formar investigadores a nivel doctoral para fortalecer los programas en Ciencia y Tecnología relacionados con la Biotecnología, particularmente en las área de salud, agrícola e	

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
			industrial. Promover el conocimiento y utilización de biotecnologías de punta en los campos de la alimentación, salud, industria y medio ambiente para el desarrollo sostenible. Contribuir al desarrollo de conocimiento asociado a la Biodiversidad con el uso de Biotecnologías. **LGACs:** Biotecnología en salud humana y animal Biotecnología agrícola Bioprocesos y bioprospección	
Página WEB:	https://ciencias.bogota.unal.edu.co/estudiar_en_la_facultad/posgrados/doctorados/biotecnologia/			
39	Universidad Nacional de Colombia	Doctorado en Ciencias Agrarias	**Objetivos:** Preparar investigadores autónomos, competentes en contextos nacionales e internacionales, que dispongan de un conocimiento crítico de las bases científicas y tecnológicas que sustentan las ciencias agrarias, y que sean capaces de organizar y dirigir grupos interdisciplinarios de investigación en este campo. Formar investigadores autónomos capaces de producir conocimiento y de liderar los procesos de avance científico e innovación tecnológica en el campo de las ciencias agrarias, desde una perspectiva de equidad socio-cultural y de sostenibilidad ambiental. Promover el avance de la producción agraria tropical,	Colombia

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
			desde una perspectiva que se adecue a las necesidades y condiciones socioeconómicas, técnicas y culturales de Colombia y el mundo. Contribuir a la modernización del sector agrario colombiano y consolidar, para beneficio del país, una escuela de pensamiento que contribuya al desarrollo de una agricultura sostenible en el trópico. **LGACs:** No se describen	
Página WEB:	https://cienciasagrarias.medellin.unal.edu.co/doctorados/ecologia.html			
40	Universidad Nacional de Colombia	Doctorado en Ecología	**Objetivo:** Formar investigadores competentes para proponer, dirigir y realizar investigaciones de manera autónoma, producir conocimiento original y participar en la construcción de comunidades académicas en ecología. **LGACs:** No se describen	Colombia
Página WEB:	https://cienciasagrarias.medellin.unal.edu.co/doctorados/ecologia.html			
41	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Doctorado en Ciencias Biológicas y Ambientales	**Objetivo:** Ofrecer alternativas de perfeccionamiento científico a investigadores, docentes y profesionales del área de Ciencias Biológicas y Ambientales, acordes con las tendencias y exigencias mundiales actuales en materia de desarrollo científico-tecnológico sustentable. **LGACs:** No se describen	Colombia
Página WEB:	https://www.uptc.edu.co/sitio/portal/sitios/universidad/vic_aca/facultades/fcs_ciencias/posg/doc_105489_t/index.html			

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
42	Universidad San Francisco de Quito	Doctorado en Microbiología	**Objetivo:** No se describe **LGACs:** No se describen	Ecuador
Página WEB:	https://www.usfq.edu.ec/es/posgrados/doctorado-en-microbiologia			
43	Universidad Nacional Agraria La Molina	Doctorado en Ingeniería y Ciencias Ambientales	**Objetivo:** Otorgar una formación avanzada de alta calidad y competitiva a nivel mundial en el ámbito de la ingeniería y las ciencias ambientales. **LGACs:** No se describen	Perú
Página WEB:	http://www.lamolina.edu.pe/pdia/			
44	Universidad Nacional de la Amazonía Peruana	Doctorado en Ciencias con Mención en Ecología Amazónica	**Objetivo:** No se describe **LGACs:** No se describen	Perú
Página WEB:	https://portal.unapiquitos.edu.pe/postgrado/escuela-de-postgrado/			
45	Universidad Nacional del Santa	Doctorado en Biotecnología	**Objetivo:** Formación avanzada del estudiante en los diseños y técnicas de investigación, mediante el desarrollo de seminarios con un sistema tutorial y seminarios relacionados con los campos afines al doctorado. **LGACs:** Interacción planta-patógeno Biotecnología vegetal Mejora y biotecnología de especies hortofrutícolas Biotecnología de sistemas acuáticos Ecofisiología de plantas acuáticas Biotecnología en medio ambiente y salud Biorremediacion de ecosistemas degradados Aprovechamiento de residuos agropecuarios e industriales Bioinformática aplicada a la biotecnología	Perú

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
Página WEB:	https://www.uns.edu.pe/#/doctorados/biotecnologia			
46	Universidad Nacional del Santa	Doctorado en Ingeniería Agroindustrial	**Objetivo:** Formación avanzada del estudiante en los diseños y técnicas de investigación, mediante el desarrollo de seminarios con un sistema tutorial y seminarios relacionados con los campos afines al doctorado. **LGACs:** Producción y evaluación de productos agroindustriales. Seguridad e inocuidad alimentaria. Seguridad y salud ocupacional. Desarrollo biotecnológico. Industrialización del cuero. Bioinsumos a partir de extractos vegetales. Conservación de frutas y verduras. Desarrollo de nuevos productos agroindustriales. Productos naturales de alto valor. Control de calidad. Desarrollo de productos agroindustriales. Producción y biogeneración de compuestos de interés medicinal o industrial. Biocatálisis	Perú
Página WEB:	https://www.uns.edu.pe/#/doctorados/ing-agroindustrial			

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
47	Universidad Nacional del Santa	Doctorado en Medio Ambiente	**Objetivo:** Formación avanzada del estudiante en los diseños y técnicas de investigación, mediante el desarrollo de seminarios con un sistema tutorial y seminarios relacionados con los campos afines al doctorado. **LGACs:** Biodiversidad y cambio climático Gestión y conservación de áreas protegidas Gestión de cuencas Economía ecológica Ecoeficiencia Dinámica del carbono Energías renovables Ecología urbana Suelos y dinámica del agua Bases ecofisologicas de cultivos intensivos Entomología agrícola y lucha biológica contra plagas Gestión del agua en actividades productivas Contaminación Aprovechamiento de residuos Biorremediacion Indicadores de la calidad ambiental Sistemas de calidad de la producción y ambiente Planificación estratégica y medio ambiente Ambiente rural Cultura y medio ambiente	Perú
Página WEB:	https://www.uns.edu.pe/#/doctorados/medio-ambiente			
48	Universidad Nacional Mayor de San Marcos	Doctorado en Ciencias Biológicas	**Objetivo:** No se describe **LGACs:** Conocimiento de la biodiversidad y ecología	Perú

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Número de Programa	Institución	Nombre del programa	Objetivo/LGACs afines con el DCN-UAEM	País
			Biotecnología	
Página WEB:	https://becasdoctorado.biologia.unmsm.edu.pe/			
49	Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas	Doctorado en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas	**Objetivo:** Formar investigadores altamente capacitados y expertos en las áreas de genética y Mejoramiento Genético de Plantas. **LGACs:** Genómica Funcional y biotecnología Genética y biología evolutiva Genética cuantitativa y mejoramiento genético de cultivos Investigación científica	Perú
Página WEB:	https://www.untrm.edu.pe/portal/en/doctorado.html?view=article&id=3545:doctorado-en-genetica-y-mejoramiento-genetico-de-plantas&catid=56:postgrado			
50	Universidad Peruana Cayetano Heredia	Doctorado en Ciencias de la Vida	**Objetivo:** Asegurar un entrenamiento doctoral estructurado y de alta calidad de carácter interdisciplinario, en un ambiente altamente colaborativo. **LGACs:** No se describen	Perú
Página WEB:	https://posgrado.cayetano.edu.pe/programas/doctorado-en-ciencias-de-la_vida/			
51	Universidad Peruana Cayetano Heredia	Doctorado en Ciencias con mención en Bioquímica y Biología Molecular	**Objetivo:** Formar investigadores del más alto nivel en las áreas de Bioquímica y Biología Molecular, a través del desarrollo en ellos del espíritu crítico y la capacidad de identificar y resolver problemas biológicos actuales. **LGACs:** No se describen	Perú
Página WEB:	https://posgrado.cayetano.edu.pe/programas/doctorado-en-ciencias-con-mencion-en-bioquimica-y-biologia-molecular/			

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

ANEXO III PROFESORADO QUE INTEGRA EL NÚCLEO ACADÉMICO

PROFESOR INVESTIGADOR DE TIEMPO COMPLETO	UNIDAD ACADÉMICA DE ADSCRIPCIÓN	INSTITUCIÓN QUE OTORGÓ EL GRADO DE DOCTOR	NIVEL SNI
Valentino Sorani Dalbón	CIByC	Instituto Nacional Agronómico Francia	1
Cristina Martínez Garza	CIByC	Universidad de Illinois en Chicago, EUA	2
Efraín Tovar Sánchez	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	2
Elizabeth Arellano Arenas	CIByC	Universidad de BrighamYoung, EUA	2
José Antonio Guerrero Enríquez	FCB	Instituto de Ecología A. C.	1
Elba Villegas Villarreal	CEIB	Universidad del Estado de Oklahoma, EUA	2
Víctor Manuel Hernández Velázquez	CEIB	Universidad de Colima	2
María del Carmen Gutiérrez Villafuerte	CEIB	Universidad de Connecticut, EUA	1
María del Refugio Trejo Hernández	CEIB	Universidad de Provence, Francia	2
Ramón Suárez Rodríguez	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Alexandre Toshirrico Cardoso Taketa	CEIB	Universidad de Bonn, Alemania	2
Jorge Luis Folch Mallol	CEIB	Universidad de Sevilla, España	3
Edgar Dantán González	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	2
Irene de la Concepción Perea Arango	CEIB	Instituto Politécnico Nacional	1
José de Jesús Arellano García	CEIB	Instituto Politécnico Nacional	1
Fernando Martínez Morales	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	2
Susana Valencia Díaz	CEIB	Instituto de Ecología A.C	1
Patricia Mussali Galante	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	2
José Juan Blancas Vázquez	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	2

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

PROFESOR INVESTIGADOR DE TIEMPO COMPLETO	UNIDAD ACADÉMICA DE ADSCRIPCIÓN	INSTITUCIÓN QUE OTORGÓ EL GRADO DE DOCTOR	NIVEL SNI
María Marcela Osorio Beristaín	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Norman Mercado Silva	CIByC	Universidad de Wisconsin, EUA	3
Raúl Ernesto Alcalá Martínez	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Xavier López Medellín	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	2
Elsah Arce Uribe	CIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
José Augusto Ramírez Trujillo	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	2
Alejandra Vázquez Lobo Yurén	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Karla María Aguilar Dorantes	CIByC	Instituto de Ecología A.C	1
Concepción Martínez Peralta	EESJ	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Francisco Riquelme Alcántar	CIB	Universidad Nacional Autónoma de México	2
David Valenzuela Galván	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	3
María del Rayo Sánchez Carbente	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Alexis Joavany Rodríguez Solís	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
María Luisa Castrejón Godínez	FCB	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	1
Daryl David Cruz Flores	CIByC	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	1
Victor Hugo Toledo Hernández	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	2
Angélica María Corona López	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

ANEXO IV. GUÍAS DE ESTUDIO PARA EL EXAMEN DE CONOCIMIENTOS

TEMARIO PARA EL EXAMEN GENERAL DE CONOCIMIENTOS

Doctorado en Ciencias Naturales
(Línea Terminal de Biotecnología)

El examen de conocimientos comprende el 30% de la evaluación final y la puntuación y porcentaje obtenidos para este rubro, serán los siguientes:	
Calificación obtenida en el examen	*Porcentaje logrado*
10	30%
9	27%
8	24%
7	21%
6*	18%
*Calificación mínima aprobatoria en el examen de conocimientos	

Guía de estudio:

Temario Biología Molecular

Tema I.- La estructura del DNA

- Experimentos de Chargaff, de Franklin y Wilkins
- El modelo de Watson y Crick
- Estructuras alternativas del DNA (A, B, Z)
- Propiedades fisicoquímicas de los ácidos nucleicos (Tm, comportamiento frente a ácidos y bases, desnaturalización y renaturalización, efecto hipercrómico etc.)
- Organización del DNA en el genoma de los seres vivos (superenrrollamiento, nucleosomas y estructura de la cromatina, cromosomas virales, bacterianos, eucariontes).
- El dogma central de la Biología molecular

Tema II.- Replicación del DNA

- La replicación es semiconservativa
- DNA polimerasas
- La replicación del DNA es discontinua
- Iniciación, elongación y terminación de la replicación en procariontes y eucariontes
- Técnica de la PCR.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Tema III.- Transcripción

Iniciación, elongación y terminación de la transcripción en procariontes y eucariontesEl RNA mensajero eucarionte: (maduración (poliA y Cap), intrones y exones

Tema IV.- Traducción

- El código genético
- Tipos de mutaciones
- Iniciación, elongación y terminación de la traducción en procariontes y eucariontes

Temario Bioquímica

I. Características de los seres vivos

II. Conceptos de química orgánica

a) Unidades.

b) Peso molecular y masa molecular.
c) Átomo de carbono y sus diferentes enlaces.
d) Grupos funcionales.
e) Interacciones covalentes.
f) Interacciones no covalentes.

III. Estructuras

a) Configuración y conformación.
b) Agua: características, pH.
c) Moléculas: azúcares, lípidos, aminoácidos, nucleótidos.
d) Macromoléculas: proteínas, ácidos nucleicos.

IV. Catálisis

a) Reacciones de 1er. y 2º. orden
b) Keq., Ka , Kd
c) Tipos de reacciones químicas (óxido-red, hidrólisis, etc.)
d) Energía de activación
e) Enzimas: sustrato, complejo enzima-sustrato.

V. Metabolismo celular

a) Catabolismo y Anabolismo

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

b) Vías metabólicas
c) Ciclos fútiles.

Metabolismo celular (definiendo términos utilizados. P.ej. vías metabólicas, sustrato, metabolitos, etc.).

Temario Bioestadística

MÓDULO 1. Definiciones del proceso de investigación: desde la idea hasta el análisis de datos. Hipótesis (investigación, nula, alternativa). Números.
Mediciones (distinción de datos discretos, continuos, nominales, ordinales, intervalo, proporción).

MÓDULO 2. El uso de pruebas estadísticas en investigación

¿Cómo elegir una prueba estadística? Casos. Pruebas estadísticas, paramétricas y no paramétricas. Discusión del concepto del valor p, valor alfa de significancia.

MÓDULO 3. Introducción al Diseño Experimental. (Completamente al Azar, Bloques al Azar, Cuadro Latino).

Distribución t, Distribución F, Análisis de Varianza simple

Temario Microbiología General

Tema 1. Clasificación de los microorganismos: Generalidades

- Los tres dominios
- Procariotes
- Eucariotes: hongos, algas, protozoarios y helmintos

Tema 2.- Técnicas de eliminación y de conservación de microorganismos.

- Conceptos de esterilidad y asepsia.
- Inhibición del crecimiento: antibióticos y antisépticos.
- Esterilización por calor.
- Cinética de muerte: valores D y z.
- Esterilización por otros tratamientos físicos y químicos.
- Métodos de conservación de cultivos.

Tema 3.- Cultivo de microorganismos

- Crecimiento microbiano. Cinética de crecimiento microbiano
- Factores físicos y químicos que influyen en el crecimiento.
- Rendimiento de los cultivos.

U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS SECRETARIA GENERAL

- Cinética de crecimiento en un cultivo continúo.
- Tipos de fermentadores.

Tema 4.- Principios generales de respiración y fermentación

- Conceptos de respiración y fermentación.
- Respiración aerobia y anaerobia.
- Diversidad de fermentaciones: alcohólica, homoláctica, heteroláctica, ácido-mixta, butanodiólica, propiónica y acetona-butanol.
- Metabolismo secundario.
- Origen de las cepas industriales.
- Propiedades de un microorganismo industrial.
- Productos industriales.

Tema 5.- Aislamiento y caracterización de productos de origen microbiano.

- Microorganismos y productos industriales
- Búsqueda de nuevos antibióticos. Antibióticos b-lactámicos.
- Producción de vitaminas y aminoácidos.
- Bioconversión microbiana.
- Producción microbiana de enzimas.
- Células inmovilizadas.
- Producción de ácido cítrico

Tema 6.- Producción microbiana de alimentos. Principales aplicaciones

- Producción de vinagre.
- Producción industrial de levadura.
- La industria cervecera.
- Producción de vino.
- Producción de queso.
- Producción de yogur.
- Producción de pan.
- Otros procesos microbianos de producción de alimentos.
- Conservación de alimentos por fermentación.
- Utilización de microorganismos como alimentos.

Tema 7.- Utilización de microorganismos en procesos ambientales

- Tratamiento aerobio de aguas residuales.
- Tratamiento anaerobio de aguas residuales.
- Tratamiento de residuos sólidos urbanos.
- Biorremediación

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

Material de estudio: Biología de los Microorganismos de Brock. Microbiología aplicada

- Resumen
- Tema 1. Clasificación de los microorganismos: Generalidades
- Tema 2.- Técnicas de eliminación y de conservación de microorganismos.
- Tema 3.- Cultivo de microorganismos
- Tema 4.- Principios generales de respiración y fermentación
- Tema5.-Aislamiento y caracterización de productos de origen microbiano Microorganismos y productos industriales
- Tema 6.- Producción microbiana de alimentos. Principales aplicaciones
- Tema 7.- Utilización de microorganismos en procesos ambientales
- Tema 8. Bioprospección

Temario Biología Celular

Tema I.- Introducción al estudio de la célula

- De moléculas a células.
- De procariontes a eucariontes
- De organismos unicelulares a multicelulares.
- Virus

Tema II. Membrana plasmática

- Estructura. Bicapa lipídica. Proteínas membranales.
- Principios de transporte membranal.
- Proteínas acarreadoras canales iónicos.

Tema III.- Compartamentalización y transporte

- Retículo endoplásmico.
- Transporte a través de Golgi.
- Transporte a lisosomas.
- Exocitosis

Tema IV. Mitocondrias

- Estructura.
- Función. Ciclo de Krebs. Transporte de electrones y fosforilación oxidativa.
- Teoría endosimbionta

Tema V Citoesqueleto

- Estructura dinámica.
- Sistema de microfilamentos.
- Sistema de filamentos intermedios.
- Sistema de microtúbulos.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Tema VI Núcleo y división celular

- Correlaciones entre estructura y función.
- Envoltura nuclear, Lámina nuclear, complejo poro nuclear.
- Estructura de un cromosoma en metafase
- Organización del ADN y las histonas en el cromosoma
- Estructura y función del nucléolo

Tema VII La célula vegetal

- Estructura y función
- Cloroplastos, pared celular y vacuolas

Tema VIII Organelos celulares

Estructura y función de lisosomas y peroxisoma

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

TEMARIO PARA EL EXAMEN GENERAL DE CONOCIMIENTOS

Doctorado en Ciencias Naturales

(Línea Terminal de Biología Evolutiva y Conservación)

El examen de conocimientos comprende el 30% de la evaluación final. La puntuación y porcentaje para este rubro, serán los siguientes:	
Calificación obtenida en el examen	***Porcentaje obtenido***
10	30%
9	27%
8	24%
7	21%
6*	18%
*Calificación mínima aprobatoria en el examen de conocimientos	

Guía de estudio:

Organización y características del material genético

- Principales diferencias estructurales y funcionales de los genomas procarionte y eucarionte.
- Relación entre ADN, ARN y de las proteínas en los procesos de replicación, transcripción y traducción.
- El código genético y síntesis de proteínas.
- Origen, estructura y función del ADN de mitocondrias y cloroplastos. Teoría endosimbiótica en la evolución celular
- Diferencias entre mitosis y meiosis y su relación con la recombinación genética
- Elementos que fundamentan la teoría químico-física del origen y clasificación de la vida
- Filogenia de la vida en la tierra, reconocimiento de los tres Dominios
- (Archaea, Eubacteria y Eucaria) como la principal división.
- Origen, estructura y función del ADN de mitocondrias y cloroplastos. Teoría endosimbiótica en la evolución celular
- Eventos asociados con la diversificación de los organismos durante el periodo Cámbrico.
- Causas de la diversificación del Cámbrico
- Principales novedades evolutivas en plantas y animales Literatura básica

Literatura básica

De Robertis, E.M.F., Hib, J. y Ponzio, R. 2001. *Biología Celular y Molecular de De Robertis*. ElAteneo, Argentina.
Freeman, S y Herron, J. C. 1998. *Evolutionary analysis*. Prentice Hall, New Jersey.Futuyma, D. 1998.

Evolutionary Biology Sinauer Associates.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S.L., Matsudaira, P., Baltimore, D. y Darnell, J. 2000.

BiologíaCelular y Molecular. 4ª. Edición. Editorial Médica Panamericana, México.

Ridley, M. 1993. *Evolution*. Blackwell Scientific Publications, Boston.

Freeman, S. and J. C. Herron. 2004. *Evolutionary Anal*ysis. 3rd. Edition. Prentice Hall. USA.0
Futuyma, D. 1998. *Evolutionary Biology* Sinauer Associates. Margulis, L. 1986. *El origen de la vida*. Ed.

Reverté, Barcelona.

Evolución en Poblaciones

- Origen e importancia evolutiva de la variación genética
- Modelo de equilibrio Hardy-Weinberg
- Características principales de los procesos evolutivos (mutación, flujo genético, deriva genética y selección natural)
- Apareamientos endogámicos y sus consecuencias
- El papel de la deriva genética y la selección natural dentro de la Teoría neutral de la evolución molecular
- Tipos de selección natural (direccional, estabilizadora y diversificadora) en atributos controlados por varios loci (poligénicos)
- Concepto de adaptación y adecuación Literatura básica

Dobzhansky, Th., Ayala, F. Stebbins, G. L. y Valentine, J. W. 1993. *Evolution*.

Ediciones Omega,Barcelona.

Freeman, S y Herron, J. C. 1998. *Evolutionary analysis*. Prentice Hall, New Jersey.Futuyma, D. 1998.

Evolutionary Biology Sinauer Associates.

ECOLOGIA

- Factores que afectan la distribución organísmica
- Poblaciones, propiedades emergentes
- Tablas de vida y estructura de edades
- Crecimiento poblacional
- Estrategias e historias de vida
- Interacciones entre especies (competencia, depredación, parasitismo)
- Comunidades, propiedades emergentes
- Concepto de sucesión
- Biogeografía de islas
- Ecosistemas, propiedades emergentes
- Ciclos de nutrientes
- Productividad

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS UAEM
SECRETARIA GENERAL

Literatura básica

Begon, M., Mortimer, M. & D. J. Thompson. 1996. Population Ecolgy: a unified study of animals andplants. 3a. edición. Blackwell Science, Cambridge.
Gotelli. N. J. 1995. A primer of Ecology. Sinauer Associates. MA.

Hastings, A. 1997. Population biology. Concepts and Models. Springer-Verlag, New York.
MacArthur, R.H. y E.O. Wilson. 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton Monographsin Population Biology, Princeton University Press, Princeton, N.J.

Roughgarden, J. 1979. Theory of population genetics and evolutionary ecology: an introduction. MacMillan, New York.

Silvertown, J., Franco, M. & Harper, J.L. 1997. Plant life histories: ecology, phylogeny andevolution. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

SISTEMÁTICA Y EVOLUCIÓN

- Sistemática y taxonomía
- Concepto de homología y sinapomorfia
- Tipos de caracteres y estados de carácter
- Escuelas de clasificación
- Conceptos de especie
- Modos de especiación
- Monofilia, parafilia y polifilia
- Métodos de inferencia filogenética
- Equilibrio puntuado
- Características genéticas de la evolución humana Literatura básica

De Luna, E., JA. Guerrero & T. Chew-Taracena. 2005. *Sistemática Biológica: avances y direcciones en la teoría y los métodos de la reconstrucción filogenética.* Hidrobiologia15(3): 351-370.
Freeman, S. and J. C. Herron. 2004. *Evolutionary Analysis*. 3rd. Edition. Prentice Hall. USA.0
Futuyma, D. 1998. *Evolutionary Biology* Sinauer Associates. 763 pp
Hall, B. G. 2007. *Phylogenetic Trees Made Easy*. A how-to manual for molecular biologists. Sinauer Associates, 221 pp.
Morrone, J.J. 2000. *El lenguaje de la cladística*. Dirección General de Publicaciones yFomento Editorial, UNAM. 109 pp
Morrone, J.J. 2001. *Sistemática, biogeografía, evolución: Los patrones de la biodiversidad entiempo-espacio.* Las Prensas de Ciencias, UNAM.132 pp
Wiley, E. O. 1987. Phylogenetics: The theory and practice of phylogenetics systematics. John Wiley and sons, New York. 432 pp

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

ANEXO V UNIDADES DE APRENDIZAJE

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Bioquímica

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Bioquímica				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: Entre 1° y 4°			
Elaborado por: Dra. Ma. del Carmen Gutiérrez Villafuerte				Fecha de elaboración: noviembre de 2012			
Actualizado por: Dr. Alexis J. Rodríguez Solís				Fecha de revisión y actualización: mayo de 2024			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	N/A	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales							

PRESENTACIÓN

Los seres vivos tienen la capacidad de extraer, transformar y utilizar la energía de su entorno para poder mantener su organización y complejidad. La enseñanza de la Bioquímica está orientada a fortalecer e integrar los conceptos básicos fundamentales que permitan al estudiante comprender la importancia del metabolismo, a través de reacciones químicas organizadas en vías metabólicas, para la obtención de energía y su estrecha relación con el mantenimiento de la vida desde el punto de vista termodinámico. Esta unidad de aprendizaje examina, además, cómo la existencia de los seres vivos se debe estrictamente a las propiedades de las moléculas que los forman.

PROPÓSITOS

Discutir y analizar los principios básicos, tanto termodinámicos como químicos, que rigen la formación y el plegamiento de macromoléculas biológicas, la relación entre su estructura y la función que desempeñan, así como los procesos metabólicos por medio de los cuales los seres vivos intercambian y regulan la energía requerida para mantenerse en un estado dinámico estacionario. Se espera que el alumno por medio de procesos de construcción e integración del conocimiento adquiera una perspectiva adecuada de la relación macromoléculas-célula-organismo-ambiente, a través de estrategias que estimulen el pensamiento crítico y reflexivo. Además, contribuirá al desarrollo de técnicas relacionadas con la comunicación oral y escrita, que le permitan comunicarse de manera clara y precisa en reportes de trabajo e investigación.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas

Aprendizaje estratégico

Aplica conocimientos, habilidades técnicas y metodologías para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento.

Razonamiento científico

Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis

Competencias genéricas

Cognitivas-metacognitivas

Resolución de problemas
Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico.

Pensamiento crítico

Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, analizando literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, y resolviendo problemas complejos mediante experimentos, simulaciones y modelos.

Socioemocionales genéricas

Apertura a la experiencia

Evalúa continuamente las principales innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, participando activamente en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Socioculturales genéricas

Comunicación en un segundo idioma

Comunica resultados de investigación para difundir el conocimiento científico, a través de la participación en colaboraciones, redes, eventos internacionales, y escritura de artículos

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

científicos y de divulgación en un segundo idioma.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Adquiere conocimientos de frontera en el área de Ciencias Naturales, que le permita desarrollar capacidades y habilidades para participar y colaborar en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Identifica problemas en los sectores ambiental, agrícola y de salud para contribuir a su solución, integrando el referente teórico y práctico de su proyecto de investigación. Dirige grupos de investigación en el área de Ciencias Naturales para realizar proyectos originales de investigación a través de la colaboración con grupos y redes de investigación con un sentido ético y responsable.

Desarrolla proyectos de investigación en las áreas de biotecnología y biología evolutiva para difundir conocimiento a través de publicaciones de artículos y en reuniones académicas

Identifica problemas en los sectores ambientales, agrícolas y de la salud humana para coadyuvar en la búsqueda de soluciones integrales a través de la colaboración con grupos de investigación.

Analiza información para reflexionar sobre los elementos teóricos y prácticos que le permitan crear ideas innovadoras a través de la fundamentación de argumentos científicos. Valora el entorno social y los recursos naturales para proponer su cuidado y su manejo sostenible mediante el uso ético del conocimiento.

Competencias transferibles para el trabajo

Específicas disciplinares:

Maneja herramientas bioinformáticas de manera responsable y avanzada para responder a una problemática específica del área ambiental del mundo globalizado en constante cambio mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Desarrolla habilidades socioemocionales para fortalecer el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla aptitudes profesionales de comunicación efectiva, el trabajo colaborativo, la adaptabilidad y la flexibilidad para la ejecución de actividades profesionales cambiantes, la gestión de proyectos y la solución de problemáticas diversas en el ámbito laboral que

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

impulsen el bienestar social a través de la organización y articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo.

Desarrolla capacidades que le permiten estar en constante actualización en el ámbito laboral para desarrollar actividades laborales nacientes, que requieran conocimiento de vanguardia, así como la resolución de problemas o actualizaciones en el área laboral que requiera un conocimiento de frontera a través de la búsqueda de nuevos conocimientos, avances en el estado del arte, así como el manejo y aplicación de las diferentes disciplinas integrando las tecnologías digitales inteligentes.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
Módulo 1. Conceptos Básicos	**1. Termodinámica en biología** a) Sistemas aislado, cerrado y abierto b) Variables del sistema: Propiedades Intensivas y extensivas c) Leyes de la termodinámica d) Funciones de estado: energía intrínseca, entalpía, entropía y energía libre de Gibbs e) Termodinámica de las reacciones químicas: reacciones exotérmicas, endotérmicas, exergónicas y endergónicas f) Reacciones irreversibles, reversibles y de óxido-reducción **2. La lógica molecular de los sistemas vivientes** a) Características de los seres vivos b) Los seres vivos como sistemas abiertos en estado estacionario c) El ATP como molécula almacenadora de energía **3. Organización estructural y funcional de la célula** a) Organismos procariontes y eucariontes b) Estructura y función de los diferentes organelos **4. Moléculas biológicas** **5. Agua, electrolitos y sustancias amortiguadoras** a) Propiedades químicas y físicas del agua b) Concepto de pH c) Ácidos y bases débiles d) d) Soluciones amortiguadoras
Módulo 2. Carbohidratos y lípidos	**1. Carbohidratos** a) Definición b) Funciones generales c) Clasificación d) Estereoisomería e) Mutarrotación

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Bloques	Temas
	f) Derivados de los monosacáridos g) Oligosacáridos h) Disacáridos i) Polisacáridos j) Clasificación y funciones **2. Lípidos** a) Definición b) Funciones principales c) Clasificación y características generales d) Ácidos grasos: clasificación y propiedades e) Lípidos simples: clasificación y propiedades f) f) Lípidos complejos: clasificación y propiedades
Módulo 3. Nucleótidos y aminoácidos	**1. Nucleótidos** a) Estructura básica b) Nomenclatura y características generales c) Funciones: almacenadores de energía química, cofactores, segundos mensajeros **2. Ácidos Nucleicos** a) Características Generales b) DNA como almacén de la información gen ética (experimentos que lo demuestran) c) Formas estructurales del DNA: doble hélice d) Formas estructurales del RNA: mensajero, ribosomal y de transferencia e) Ribozimas f) Química de los ácidos nucleicos: desnaturalización, hibridación, transformaciones no enzimáticas y mutilación **3. Aminoácidos** a) Características estructurales b) Estereoisómeros c) Formas zwitteriónicas y no iónicas d) Clasificaciones e) Ley de Lambert-Beer (determinaciones basadas en aminoácidos) f) Aminoácidos como bases y ácidos g) Determinación del punto isoeléctrico h) Separación por cromatografía a) i) Reacciones características de aminoácidos
Módulo 4. Proteínas	**1. Estructura jerárquica de proteínas** a) Constituyentes b) Enlaces peptídicos c) Niveles de estructuración d) Representaciones gráficas e) Estructura secundaria

Bloques	Temas
	f) Estructura supersecundaria (motifs) g) Estructura terciaria: dominios estructurales y funcionales h) Estructura cuaternaria i) Relaciones funcionales y evolutivas **2. Plegamiento y modificación de las proteínas** a) Información para plegamiento b) Chaperonas c) Modificaciones químicas d) Degradación de proteínas e) Anomalías en el plegamiento **3. Métodos de purificación y caracterización de proteínas** a) Extracción b) Centrifugación c) Electroforesis d) Radioinmunoensayos e) Espectrometría de masas a) f) Secuenciación y síntesis química
Módulo 5. Enzimas	**1. Enzimas** a) Definición b) Poder catalítico c) Especificidad d) Mecanismos de catálisis e) Cinética enzimática f) Ecuación Michaelis y Menten g) Determinación de constantes cinéticas h) Tipos de inhibición i) Cinética de desactivación j) Efecto de pH y temperatura k) Enzimas alostéricas b) l) Regulación enzimática
Módulo 6. Transporte en la membrana	**1. Membrana celular y mecanismos de transporte** a) Membrana celular: características químicas y físicas b) Termodinámica del transporte c) Difusión simple d) Difusión facilitada c) e) Transporte Activo
Módulo 7. Metabolismo de la glucosa	**1. Generalidades del metabolismo celular** a) Catabolismo y Anabolismo b) Coordinación y dirección de la actividad celular c) Cómo ocurre el metabolismo d) Definición de catabolismo y anabolismo e) Metabolismo celular lineal, ramificado y cíclico

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Bloques	Temas
	f) Variedad en sistemas enzimáticos que definen rutas catabólicas o anabólicas g) Organismos autótrofos y heterótrofos **2. Degradación de la glucosa** 1. Conversión de glucosa a piruvato a) Estrategia de glicólisis b) Relación con otros caminos metabólicos c) Balance de energía d) Regulación 1. Producción de piruvato y acetil CoA a) Complejo de piruvato-deshidrogenasa b) Coenzimas involucradas en la oxidación de piruvato 2.3 Ciclo de Krebs d) Fases del ciclo e) Estequiometría y energética f) Regulación de piruvato deshidrogenasa y ciclo de Krebs g) Secuencias anapleróticas **3. Transporte de electrones y fosforilación oxidativa** a) La cadena respiratoria mitocondrial b) Cambios de energía durante el flujo de electrones c) Síntesis de A TP en mitocondrias. Fosforilación oxidativa d) Mecanismos de síntesis de ATP e) Hipótesis quimiosmótica a) f) La ATP sintasa
Módulo 8. Vía de las pentosas fosfato y gluconeogénesis	**1. Vía de las pentosas** a) Etapa oxidativa: regeneración de NADPH; conversión de glucosa 6-fosfato en ribulosa 5-fosfato b) Etapa no oxidativa: síntesis de azúcares de cinco carbonos; reacciones catalizadas por las enzimas transcetolasas y aldolasas; conversión de la ribosa 5-fosfato en intermediarios glicolíticos **2. Gluconeogénesis** a) Reacciones enzimáticas características (puntos de control) b) Comparación con las reacciones de la glucólisis y regulación a) c) El ciclo de Cori

Bloques	Temas
Módulo 9. Metabolismo del glucógeno y aminoácidos	**1. Metabolismo del glucógeno** a) Movilización del glucógeno para producir glucosa b) Enzimas involucradas en la degradación del glucógeno c) Escisión fosforolítica del glucógeno d) Regulación de las fosforilasas en el músculo e hígado e) Regulación de la síntesis del glucógeno por la glucógeno sintasa f) Papel de la UDP-glucosa g) Regulación recíproca de la degradación y síntesis del glicógeno **2. Metabolismo de aminoácidos y ciclo de la urea** a) Rutas metabólicas de grupos de aminoácidos b) Transporte de aminoácidos c) Excreción de nitrógeno y ciclo de la urea a) d) Degradación de aminoácidos
Módulo 10. Metabolismo de ácidos grasos y del colesterol	**1. Ácidos grasos** a) Importancia fisiológica de los ácidos grasos b) Etapas de la degradación y síntesis de los ácidos grasos c) Movilización de los triacilgliceroles para su utilización como combustibles d) Vía de la 13-oxidación e) Oxidación de los ácidos grasos en los peroxisomas f) Formación de los cuerpos cetónicos g) Acción de la ácido graso sintetasa h) Mecanismos de control del metabolismo de los ácidos grasos **2. Metabolismo del colesterol** a) Compuestos lipídicos de membranas biológicas b) Ruta mevalónica para la síntesis del colesterol c) Regulación de la síntesis del colesterol d) Propiedades de las lipoproteínas plasmáticas e) Hipercolesterolemia y aterosclerosis (estatinas) f) Derivados importantes del colesterol (sales biliares, hormonas, vitamina D) a) g) Degradación y biosíntesis de los ácidos grasos
Módulo 11. Fotosíntesis	**1. Fotosíntesis. Reacción luminosa** b) Generalidades.

U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS SECRETARIA GENERAL

Bloques	Temas
	c) Absorción de la luz y conversión de energía d) Centro de reacción e) Organización de la membrana tilacoidal y transporte de electrones f) Síntesis de ATP **2. Fotosíntesis, Fijación de CO_2** a) RUBISCO b) Ciclo de Calvin c) Regulación de fase obscura d) Metabolismo C4
Módulo 12. Integración metabólica	**1. Integración metabólica** a) Metabolismo en tejidos: hígado, adipositos, músculo y cerebro b) Regulación hormonal del metabolismo **2. Señalización** a) Interacción ligando-receptor a) b) Transducción de señales

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	☒	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	☐	Análisis de textos	☒
Trabajo colaborativo	☐	Seminarios	☐
Plenaria	☒	Debate	☐
Ensayo	☒	Taller	☐
Mapas conceptuales	☐	Ponencia científica	☐
Diseño de proyectos	☐	Elaboración de síntesis	☐
Mapa mental	☐	Monografía	☐
Práctica reflexiva	☐	Reporte de lectura	☐
Trípticos	☐	Explosión oral	☒
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	☒	Experimentación (prácticas)	☐
Debate o Panel	☐	Trabajos de investigación documental	☒
Lectura comentada	☒	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☒
Estudio de Casos	☐	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☐
Foro	☐	Actividad focal	☐

Demostraciones	☐	Analogías	☒
Ejercicios prácticos (series de problemas)	☒	Métodos de proyectos	☐
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	☒	Exploración de la web	☒
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	☐	Enunciado de objetivo o intenciones	☐
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): mesa redonda			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Exámenes parciales que permitan evaluar el grado de asimilación, el razonamiento y pensamiento crítico de los contenidos temáticos de la Unidad de Aprendizaje.	80%
Actividades académicas complementarias (trabajos teóricos/prácticos, exposiciones, ensayos, material audiovisual generada mediante la aplicación de TICs, etc.).	20%
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

El profesor participante en el curso básico de Bioquímica, deberá ser un profesional capacitado para la formación de recursos humanos en el ambiente educativo. Contar con una formación académica sólida en el área de las Ciencias Bioquímicas, tanto a nivel Licenciatura como Posgrado, además de contar con experiencia docente, profesional y de investigación en el área. Así como la capacidad de seleccionar, organizar y adaptar la información de los contenidos temáticos, para facilitar su comprensión y asimilación por el estudiante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:

- Lodish, H.; Berk, A. Kaiser, C.A., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., Amon, A., Scott, M.P. (2016). Biología Celular y Molecular. 7a edición.
- Editorial Médica Panamericana.
- Mathews, C.K.; Rolde, KE; Ahem, KG. (2000) Biochemistry. 3a edition. San Francisco. Addison Wesley.
- Morris J.G. (1976). Fisicoquímica para Biólogos. Barcelona, Editorial Reverté S.A.
- Nelson, D.L., Cox, M.M. (2013) Lehninger: Principles of Biochemistry. 6a edition. New York, Worth Edición.

SECRETARIA GENERAL

- Stryer, L., Berg, J.M., Tymoczko, T. (2012). Bioquímica clínica. 7ª. Ed. Barcelona, Editorial Reverté S.A.

Complementarias:

- Artículos seleccionados *ex profeso* relacionados a los temas del curso

Web:

- Roche, Biochemical pathways map, http://biochemical-pathways.com/#/map/1
- Sociedad Mexicana de Bioquímica, Docencia y material de apoyo, https://smb.org.mx/docencia-y-material-de-apoyo/

BIOINFORMÁTICA DE PROTEÍNAS

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: BIOINFORMÁTICA DE PROTEÍNAS				Ciclo de formación: agosto-diciembre 2024			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: Cualquier semestre			
Elaborado por: Elba Cristina Villegas Villarreal y Leonardo David Herrera Zúñiga				Fecha de elaboración: 16 de marzo de 2021			
Actualizado por: Adriana Morales Martínez				Fecha de revisión y actualización:			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	30	30	60	8	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales							

PRESENTACIÓN

El curso de Bioinformática de proteínas teórico-práctico proporciona al estudiante una comprensión básica acerca de las bases de datos, servidores y softwares actualizados de uso libre para el estudio de la bioinformática de proteínas. En el curso se presenta cómo utilizar las secuencias de aminoácidos de proteínas conocidas, disponibles en los bancos de datos, analizar la estructura primaria, secundaria, terciaría y cuaternaria de las proteínas, de tal manera que se puedan llevar a cabo comparaciones entre ellas por homología y predecir el tipo de función que realiza la proteína de interés o si se trata de una nueva proteína con una función particular. Se llevará a cabo la determinación de secuencia, estructura tridimensional, función de macromoléculas biológicas, simulación molecular de la estructura tridimensional estática de las proteínas, modelado por homología de secuencia. Además, se incorporará la aplicación de estas herramientas para el estudio de proteínas intrínsecamente desordenadas, quimioinformática, concepción y desarrollo de medicamentos o drogas (antibióticos, anticuerpos, etc.), asistida por computadora basada sobre el conocimiento de la estructura de los receptores y/o ligandos entre otros. Los participantes también podrán considerar y realizar el análisis bioinformático de secuencias de interés en sus trabajos de tesis, específicamente explorando aspectos de su propia investigación dentro de las sesiones prácticas. Finalmente, los acercará al uso de equipos de supercómputo disponibles en laboratorios nacionales.

PROPÓSITOS

Proporcionar al estudiante los fundamentos básicos que le permita comprender el manejo de las bases de datos y programas de modelaje de proteínas empleados en la predicción de las relaciones estructura-función de proteínas, mediante clases teóricas, prácticas y la discusión de artículos relacionados al tema de una manera integral.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas
Lectura, análisis y síntesis Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico. **Aprendizaje estratégico** Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico. **Razonamiento lógico-matemático** Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico. **Razonamiento científico** Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico.
Competencias genéricas
Cognitivas-metacognitivas **Resolución de problemas** Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico. **Pensamiento crítico** Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos. **Creatividad** Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas **Socioemocionales genéricas** **Trabajo colaborativo** Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones. **Orientación al logro:** Muestra resiliencia ante problemas experimentales y en el manejo de herramientas digitales, para la finalización del proyecto de investigación, con la búsqueda de soluciones

alternativas informadas.

Apertura a la experiencia:

Evalúa innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, con participación en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Relación con otros/as:

Colabora con otras personas de acuerdo al contexto en el que se encuentra, de forma empática, ética, efectiva y asertiva, para construir relaciones profesionales sólidas, participando en debates académicos, proyectos de investigación, y en actividades interdisciplinarias.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos a través de la búsqueda de información con análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

Creación de contenidos digitales

Emplea diferentes tecnologías digitales con el objetivo de expresar conocimientos e ideas en distintos formatos de forma accesible, mediante la programación y elaboración de instrucciones en un sistema informático en la resolución de un determinado problema o tareas específicas.

Resolución de problemas técnicos:

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

Socioculturales genéricas

Integridad personal

Actúa con respeto, honestidad y rectitud para realizar acciones, toma de decisiones, con un compromiso ético en beneficio del bien común, mediante el análisis de las situaciones que sean coherentes con su estructura de valores y principios éticos.

Comunicación en un segundo idioma

Comunica resultados de investigación para difundir el conocimiento científico, a través de la participación en colaboraciones, redes, eventos internacionales, y escritura de artículos científicos y de divulgación en un segundo idioma.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Desarrolla habilidades y conocimientos que le permiten integrarse a grupos de investigación mediante la ejecución de herramientas bioinformáticas dirigidas a la biología estructural, biofísica y bioquímica.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

TEMA I. Bioquímica de proteínas	1.Estructura de aminoácidos y proteínas 2.Niveles jerárquicos de la estructura 3D de proteínas y su clasificación 3. Hélices alfa, hojas beta y asas 4. Fuerzas que estabilizan la estructura de proteínas.
TEMA II. Bioinformática lineal	1. Objetivos y limitaciones 2. Bancos y bases de datos 3. Minería de datos 4. Servidores

	5. Métodos para el estudio de la estructura estática y dinámica de las moléculas. 6. Métodos para el estudio de las interacciones moleculares y del reconocimiento molecular.
TEMA III. Bioinformática estructural de proteínas	1. Predicción de la estructura secundaria de proteínas (Ab initio, por homología). 2. Análisis de los Modelos de predicción 3. Simulación molecular de la estructura tridimensional estática de las proteínas. 4. Técnicas de minimización de energía y de la mecánica molecular. 5. Acoplamiento molecular (docking). 6. Interacciones del reconocimiento molecular. 7. Simulación por dinámica molecular de la estructura dinámica de las proteínas. 8. Técnicas y usos de la Dinámica molecular. 9. Modos normales de vibración.
TEMA IV. Bioinformática aplicada	1. Proteínas intrínsecamente desordenadas 2. Quimioinformática 3. Diseño de fármacos basados en estructura (SBDD) 4. Diseño de fármacos basados en ligando (LBDD)

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	☒	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	☐	Análisis de textos	☒
Trabajo colaborativo	☒	Seminarios	☒
Plenaria	☐	Debate	☐
Ensayo	☐	Taller	☒
Mapas conceptuales	☐	Ponencia científica	☐
Diseño de proyectos	☒	Elaboración de síntesis	☐
Mapa mental	☐	Monografía	☐
Práctica reflexiva	☒	Reporte de lectura	☐
Trípticos	☐	Explosión oral	☒
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	☒	Experimentación (prácticas)	☒
Debate o Panel	☐	Trabajos de investigación documental	☐
Lectura comentada	☐	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☒
Estudio de Casos	☐	Organizadores gráficos (Diagramas etc.)	☐
Foro	☐	Actividad focal	☐

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Demostraciones	☒	Analogías	☒
Ejercicios prácticos (series de problemas)	☐	Métodos de proyectos	☒
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	☐	Exploración de la web	☒
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	☒	Enunciado de objetivo o intenciones	☐
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): NA			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Examen teórico	50
Examen práctico	50
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Doctorado en ciencias biológicas, o áreas afines en la ciencia de datos, con experiencia probada en uso de herramientas bioinformáticas, modelado molecular de macromoléculas y equipos de supercómputo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:

Lozano-Aponte, J. & Scior, T. (2014). ¿Qué sabe Ud. Acerca de... Dinámica Molecular?. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, *45*(1), 86-88. Recuperado en 05 de marzo de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952014000100010&lng=es&tlng=es

Lazim R, Suh D & Choi S. (2020). Advances in Molecular Dynamics Simulations and Enhanced Sampling Methods for the Study of Protein Systems. *International Journal of Molecular Sciences*. 21(17):6339. https://doi.org/10.3390/ijms21176339

Badar, M.S., Shamsi, S., Ahmed, J. & Alam, M.A. (2022). Molecular Dynamics Simulations: Concept, Methods, and Applications. In: Rezaei, N. (eds) *Transdisciplinarity. Integrated Science*, vol 5. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94651-7_7

Peluso, P., & Chankvetadze, B. (2024). Recent developments in molecular modeling tools and applications related to pharmaceutical and biomedical research. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, *238*, 115836. https://doi.org/10.1016/j.jpba.2023.115836

Complementarias:

Torres PHM, Sodero ACR, Jofily P & Silva-Jr FP (2019). Key Topics in Molecular Docking for Drug Design. *International Journal of Molecular Sciences*; 20(18):1574. https://doi.org/10.3390/ijms20184574

Morales-Martínez A., Bertrand B., Hernández- Meza J., Garduño-Juárez R., Silva-Sánchez J., and Munoz-Garay C. 2022. Effect of membrane lipid fluidity, composition, and charge on the ability of the

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

antimicrobial peptide Ascaphin-8 to insert into the membrane and form pores. Biophysical Journal. doi: 10.1016/j.bpj.2022.07.018

Web:PROCHECK, Serivdor de validación geométrica de pdbs https://www.ebi.ac.uk/thornton-srv/software/PROCHECK/
Protein Data Bank https://www.rcsb.org/
Modeller, software predictor de estructura tridimensional https://salilab.org/modeller/
Robetta/Rosetta, servidor predictor de estructura tridimensional https://robetta.bakerlab.org/
AlphaFold, Servidor predictor de estructura basado en inteligencia artificial https://alphafold.ebi.ac.uk/
PyRx, Software de acoplamiento molecular https://pyrx.sourceforge.io/
Vina Autodock, Software de acoplamiento molecular https://vina.scripps.edu/
ClusPro, servidor de acoplamiento molecular proteína-proteína https://cluspro.bu.edu/login.php
GROMACS, software de dinámica molecular https://www.gromacs.org/

Bioestadística

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Bioestadística				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: entre 1-4			
Elaborado por: Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez Dr. Antonio Castillo Gutiérrez				Fecha de elaboración: noviembre 2012			
Actualizado por: Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez y Dra. Susana Valencia Díaz				Fecha de revisión y actualización: septiembre 2024			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	0	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales							

PRESENTACIÓN

La investigación científica, hacia dónde se dirige este curso, se inicia a partir de preguntas concretas y la o las respuestas que se den a estas, genera un sinnúmero de datos que requieren un ordenamiento y un análisis razonado. La investigación cumple, generalmente, con dos propósitos fundamentales: a) producir conocimiento y teorías (investigación básica), y b) resolver problemas prácticos (investigación aplicada). En ambos casos, el análisis de datos es de primordial importancia para derivar conclusiones objetivas. Las herramientas que aquí se aprendan, permitirán al estudiante organizar objetivamente su protocolo de investigación, estableciendo las preguntas adecuadas para dar solución a problemas biotecnológicos y obtener conclusiones razonables basadas en mediciones y datos tangibles generados de la experimentación y observación.

PROPÓSITOS

Al finalizar la unidad de aprendizaje el estudiantado contará con los criterios para establecer hipótesis de trabajo y selección de tipos de mediciones y análisis de datos que le permitan obtener conclusiones validadas por conceptos, terminología y procedimientos estandarizados de la estadística inferencial.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas
Razonamiento lógico-matemático Aplica modelos matemáticos descriptores de la evolución, la ecología y la dinámica celular, integrándolos en el análisis e interpretación de datos de investigación, para la generación de conocimiento original en los campos de la biotecnología y la evolución y conservación de la biodiversidad. **Razonamiento científico** Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis
Competencias genéricas
Cognitivas-metacognitivas **Pensamiento crítico** Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos. **Digitales genéricas** **Búsqueda, valoración y gestión de información** Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos a través de la búsqueda de información con análisis crítico. **Comunicación y colaboración en línea** Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.
Competencias laborales
Competencias específicas disciplinares
Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.
Competencias transferibles para el trabajo
Digitales para el trabajo

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
I. Estadística descriptiva.	1.1 Variables 1.2 Población y muestra 1.3 Medidas de tendencia central 1.4 Dispersión y variabilidad
II. Probabilidad.	2.1 Elementos de probabilidad 2.2 Distribución Binomial 2.3 Distribución Poisson 2.4 Distribución Normal
III. Inferencia sobre una y dos poblaciones (Pruebas Paramétricas y No paramétricas).	3.1 Prueba de una muestra, intervalo de confianza. 3.2 Prueba de hipótesis de dos muestras independientes 3.3 Prueba de hipótesis de dos muestras dependientes.
IV. Diseños experimentales (Pruebas Paramétricas y No paramétricas)	4.1 Diseño completamente al azar 4.2 Diseño bloques al azar 4.3 Diseño cuadro latino 4.4 Prueba de Kruskal y Wallis

U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS SECRETARIA GENERAL

Bloques	Temas
V. Comparación múltiple de medias y contrastes ortogonales.	4.5 Prueba de Friedman 5.1 Prueba de Tukey 5.2 Prueba DMS 5.3 Contrastes ortogonales 5.4 Pruebas no paramétricas
VI. Asociación de dos variables.	6.1 Análisis de regresión 6.2 Análisis de correlación
VII Arreglos de tratamientos (Parcelas Divididas y Factoriales).	7.1 Experimentos Factoriales 7.2 Parcelas divididas

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	X	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	X	Análisis de textos	☐
Trabajo colaborativo	X	Seminarios	☐
Plenaria	☐	Debate	☐
Ensayo	☐	Taller	☐
Mapas conceptuales	☐	Ponencia científica	☐
Diseño de proyectos	X	Elaboración de síntesis	X
Mapa mental	☐	Monografía	☐
Práctica reflexiva	☐	Reporte de lectura	☐
Trípticos	☐	Explosión oral	X
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	X	Experimentación (prácticas)	X
Debate o Panel	☐	Trabajos de investigación documental	☐
Lectura comentada	☐	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☐
Estudio de Casos	X	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	X
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	X	Métodos de proyectos	☒

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	X	Exploración de la web	☐
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	X	Enunciado de objetivo o intenciones	☒
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): mesa redonda			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
EXAMEN 1er PARCIAL EXAMEN 2do PARCIAL EXAMEN 3er PARCIAL PRÁCTICAS	20% 20% 20% 40%
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Personas con nivel doctorado con formación profesional en Biología, Biotecnología, Agronomía, Matemáticas o áreas afines a las Ciencias Biológicas o de la salud, con conocimiento en uso, manejo y análisis de bases de datos biológicos, hojas de cálculo y software estadístico especializado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas: Leps, J. y Smilauer, P (2020). *Biostatistics with R. An introductory Guide for Field Biologists*. Cambridge University Press.
Sokal, R. R. y Rolhf, F. J. (2011). *Biometry* (4º ed.). W. H. Freeman.
Zar, J. H. (2010). *Biostatistical analysis*. Pearson Education, Inc..

Complementarias: Mendenhall, W., R. J. Beaver, y Beaver, B. M. (2009). *Introducción a la Probabilidad y Estadística*. CENGAGE Learning.

Siegel, S. y Castellan, N. J. (2005). *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. Editorial Trillas.

Web: Statistica para Windows https://www.statistica.com/en/statistica-resources
Vassarstats http://vassarstats.net/
R Software Copyright 2022 The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit).
RCoder https://r-coder.com/inicio/

Otras: ----------

BIOLOGÍA MOLECULAR

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: BIOLOGÍA MOLECULAR				Ciclo de formación: Básico Eje de formación: Teórico Semestre: entre 1-4			
Elaborado por: Dr. Ramón Suárez Rodríguez Dr. Edgar Dantán González, Dr. Jorge Luis Folch Mallol, Dr. Fernando Martínez Morales				Fecha de elaboración: noviembre-2012			
Actualizado por: Dr. Ramón Suárez Rodríguez Dr. Edgar Dantán González Dr. Jorge Luis Folch Mallol Dr. Fernando Martínez Morales, Dr. José Augusto Ramírez Trujillo, Dra. María del Rayo Sánchez Carbente, Dra. Verónica Obregón Barboza.				Fecha de revisión y actualización: mayo 2024			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	–	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales							

PRESENTACIÓN

El presente curso aporta las bases teóricas de los diferentes procesos acontecidos en el dogma central de la biología molecular y revisa las herramientas moleculares empleadas actualmente (ciencias ÓMICAS) para resolver diversos ámbitos del ser humano y que impactan directamente en la biotecnología moderna, que busca hacer uso inteligente, respetuoso y sustentable de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnología eficaz, limpia y competitiva, para facilitar la solución de problemas importantes en sectores tales como el de la salud, el agropecuario, el industrial y del medio ambiente.

PROPÓSITOS

Desarrollar en el estudiante capacidades y actitudes que le permitan aplicar los principios, reglas y conceptos de la Biología Molecular. Al final de la Unidad de Aprendizaje, el estudiante podrá entender y proponer protocolos científicos en Biología Molecular y cómo estos impactan a la sociedad en general y a su entorno inmediato.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas
Lectura, análisis y síntesis Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica. **Comunicación oral y escrita** Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado. **Razonamiento científico** Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis.
Competencias genéricas
Cognitivas-metacognitivas **Resolución de problemas** Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico. **Pensamiento crítico** Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, analizando literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, y resolviendo problemas complejos mediante experimentos, simulaciones y modelos. **Creatividad** Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas. **Socioemocionales genéricas** **Trabajo colaborativo** Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones. **Relación con otros/as** Colabora con otras personas de acuerdo al contexto en el que se encuentra, de forma empática, ética, efectiva y asertiva, para construir relaciones profesionales sólidas.

participando en debates académicos, proyectos de investigación, y en actividades interdisciplinarias.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

Resolución de problemas técnicos

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

Socioculturales genéricas

Interculturalidad

Integra perspectivas culturales diversas para la incorporación del factor de la problemática social en el diseño, desarrollo y aplicación de la investigación científica que contribuyan a la pertinencia y sostenibilidad de la investigación de manera ética y contextualizada, promoviendo enfoques interculturales.

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Adquiere conocimientos de frontera en el área de Ciencias Naturales, que le permita desarrollar capacidades y habilidades para participar y colaborar en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Identifica problemas en los sectores ambiental, agrícola y de salud para contribuir a su solución, integrando el referente teórico y práctico de su proyecto de investigación. Dirige grupos de investigación en el área de Ciencias Naturales para realizar proyectos originales de investigación a través de la colaboración con grupos y redes de investigación con un sentido ético y responsable.

Desarrolla proyectos de investigación en las áreas de biotecnología y biología evolutiva para difundir conocimiento a través de publicaciones de artículos y en reuniones académicas.

Identifica problemas en los sectores ambientales, agrícolas y de la salud humana para coadyuvar en la búsqueda de soluciones integrales a través de la colaboración con grupos de investigación.

Analiza información para reflexionar sobre los elementos teóricos y prácticos que le permitan crear ideas innovadoras a través de la fundamentación de argumentos científicos.

Valora el entorno social y los recursos naturales para proponer su cuidado y su manejo sostenible mediante el uso ético del conocimiento.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. PRINCIPIOS BÁSICOS	1.1 Leyes de Mendel 1.2 Descubrimiento del ADN y principio transformante 1.3 Experimentos de Avery, MacLeod y McCarty 1.4 La doble hélice y estructuras A y Z 1.5 Conjugación y transducción 1.6 Diversidad de los genomas 1.7 El Dogma Central de la Biología Molecular
2. ESTRUCTURA DEL GENOMA	2.1 El cromosoma procarionte 2.2 Familias de genes y secuencias repetidas 2.3 Exones e intrones 2.4 Nucleosoma y modificaciones de las histonas 2.5 Eucromatina y heterocromatina
3. REPLICACIÓN Y REPARACIÓN DEL ADN	3.1 Replicación semiconservativa 3.2 Replicación en procariontes 3.3 ADN polimerasas y orígenes de replicación 3.4 Otras proteínas necesarias para la replicación 3.5 Replicación en células eucariontes 3.6 Centrómeros y telómeros 3.7 Conjugación y transducción 3.8 Reparación por recombinación 3.9 Sistema SOS y foto reparación
4. TRANSCRIPCIÓN DEL ADN	4.1 La ARN polimerasa y el promotor en procariotes 4.2 Inicio, elongación y terminación de la síntesis del ARN 4.3 La ARN polimerasas eucariotes I, II y III. 4.4 Los promotores eucariotes y los factores de transcripción basales 4.5 Procesamiento y estabilidad del ARNm 4.6 Intrones tipo I y II 4.7 Ribozimas e intrones codificantes
5. EL CÓDIGO GENÉTICO Y LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS	5.1 El Código Genético 5.2 Los ARN de transferencia y las aminoacil ARNt sintetasas 5.3 El ARN ribosomal y el ribosoma 5.4 La biosíntesis de proteínas en procariontes 5.5 La biosíntesis de proteínas eucariontes 5.6 Regulación de la traducción 5.7 El proteosoma

Bloques	Temas
	5.8 Modificaciones postraduccionales de las proteínas 5.9 Ruta secretora de las proteínas 5.10 Localización intracelular de las proteínas
6. REGULACIÓN DE LA EXPRESIÓN GÉNICA	6.1 El operón lac y su mecanismo de regulación 6.2 Los operones trp y ara 6.3 Sistema de represión catabólica y estricta 6.4 Ciclo lítico y lisogénico en el bacteriófago lambda 6.5 Elementos cis de respuesta a estímulos 6.6 Tipos de factores de transcripción 6.7 Los homeodominios y la diferenciación 6.8 Asociación combinatoria y dimerización 6.9 Control por remodelación de la cromatina 6.10 Regulación de amplio rango y aislamiento de los dominios
7. VÍAS DE TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES	7.1 Receptores extracelulares y canales 7.2 Proteínas G mono y triméricas 7.3 Vía de la adenilato ciclasa 7.4 Mensajeros secundarios 7.5 Cinasas y fosfatasas
8. TÉCNICAS DE ADN RECOMBINANTE	8.1 Purificación de los ácidos nucléicos 8.2 Enzimas de restricción y modificación 8.3 Síntesis química y diseño de los oligonucleótidos 8.4 Reacción en Cadena de la Polimerasa 8.5 Secuenciación del ADN 8.6 Vehículos de clonación 8.7 Técnicas de hibridación de los ácidos nucléicos 8.8 Construcción de bancos de ADNc y genómicos 8.9 Tamizado y selección de las clonas 8.10 Construcción de proteínas recombinantes 8.11 Transformación de bacterias y hongos 8.12 Transformación de animales y plantas 8.13 Regulación y bioseguridad
9. DINÁMICA DEL GENOMA	9.1 Transposones 9.2 Retrovirus y retroposones 9.3 Rearreglos de los genes del sistema inmune 9.4 Sistema de apareamiento de levadura 9.5 Variabilidad antigénica
10. EVOLUCIÓN MOLECULAR	10.1 Selección natural

SECRETARIA GENERAL

Bloques	Temas
	10.2 El reloj molecular 10.3 Neutralismo 10.4 Filogenia molecular 10.5 Biodiversidad y marcadores moleculares
11. BIOLOGÍA GENÓMICA	11.1 Secuenciación del Genoma Humano 11.2 Bioinformática 11.3 Secuenciación de otros genomas 11.4 Análisis del transcriptoma 11.5 El proteoma 11.6 Biología metabolómica

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	X	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	X	Análisis de textos	X
Trabajo colaborativo	X	Seminarios	☐
Plenaria	☐	Debate	X
Ensayo	X	Taller	☐
Mapas conceptuales	X	Ponencia científica	☐
Diseño de proyectos	X	Elaboración de síntesis	☐
Mapa mental	X	Monografía	☐
Práctica reflexiva	X	Reporte de lectura	☐
Trípticos	☐	Explosión oral	X
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	X	Experimentación (prácticas)	☐
Debate o Panel	☐	Trabajos de investigación documental	☐
Lectura comentada	X	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☐
Estudio de Casos	☐	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☐
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	☐	Métodos de proyectos	☒
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	☐	Exploración de la web	☐
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐

U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS SECRETARIA GENERAL

Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	☐	Enunciado de objetivo o intenciones	☒
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): mesa redonda			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
1. Exámenes parciales escritos de opción múltiple o desarrollo que permitan evaluar el razonamiento y pensamiento crítico de los contenidos temáticos.	50
2. Actividades académicas complementarias (trabajos teóricos/prácticos, exposiciones, ensayos, material audiovisual generado mediante la aplicación de TICs, ponencias, etc.).	50
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

El profesor participante en el curso básico de Biología Molecular, deberá ser un profesional capacitado para la formación de recursos humanos en el ambiente educativo. Además de contar con amplios y sólidos conocimientos en aspectos básicos y/o aplicados de la Biología Molecular, Ingeniería Genética y Biotecnología, Adicionalmente, nuestros profesores se actualizan constantemente en la Enseñanza por Competencias Centrada en el Estudiante, tienen un gran sentido humanista y ético, así como también un compromiso social enfocado a la resolución de diversas problemáticas, relacionadas con nuestras LGAC, que afectan a nuestro Estado y País.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:
1. Alberts et al (2008) Molecular Biology of the Cell. 5a. Edición. Garland Publishing. Nueva York, NY.
2. Krebs J.E; Goldstein E.S and Kilpatrick S.T (2011). Lewin's Genes X. Jones & Barlett Publishers, Sudbury Massachusetts, USA.
3. Lodish, H. et al (2007) Molecular Cell Biology. 6a. edi. W. H. Freeman & Co. Nueva York, NY.
4. Primrose, S.B. & R.M. Twyman & R.W. Old (2009) Principles of Gene Manipulation. 6a. Edición. Blackwell Science Ltd. Oxford.
5. Watson, et al. Molecular Biology of the Gene (2004). Fifth Edition Pearson Benjamin Cummings, San Francisco CA., USA.

Complementarias: —----------

Web:
NCBI http://www.ncbi.nlm.nilh.gov.mx

U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

EBI https://www.ebi.ac.uk/ Expasy https://www.expasy.org/tools/ Geneinfinity http://geneinfinity.org/
Otros: —----------

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Cascadas tróficas

Unidad académica: Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Cascadas tróficas				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: Entre 1° y 4°			
Elaborado por: Dra. Cristina Martínez Garza y Dra. María Marcela Osorio Beristain				Fecha de elaboración: septiembre del 2016			
Actualizado por: Dra. Cristina Martínez Garza				Fecha de revisión y actualización: 20 de mayo del 2024			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	0	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa educativo en el que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales							

PRESENTACIÓN

Históricamente, los ecólogos han analizado las interacciones entre dos o más especies mediante las cadenas tróficas. Debido al efecto negativo de las actividades humanas en los ecosistemas, se ha notado que ciertas especies desencadenan efectos positivos y negativos en las cadenas tróficas. Este descubrimiento llevó al descubrimiento de las *Cascadas tróficas* en sistemas conservados. El estudio de las cascadas tróficas es novedoso y se considera una parte fundamental de las herramientas necesarias para planear acciones de conservación y de restauración ecológica.

PROPÓSITOS

Reconozca las cascadas tróficas de ecosistemas acuáticos y terrestres mediante el comportamiento de las poblaciones involucradas para aplicarlo en acciones de restauración ecológica con el fin conservar a largo plazo el funcionamiento de los ecosistemas.

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas

Lectura, análisis y síntesis

Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica.

Comunicación oral y escrita

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado.

Aprendizaje estratégico

Aplica conocimientos, habilidades técnicas y metodologías para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento.

Razonamiento lógico-matemático

Aplica modelos matemáticos descriptores de la evolución, la ecología y la dinámica celular, integrándolos en el análisis e interpretación de datos de investigación, para la generación de conocimiento original en los campos de la biotecnología y la evolución y conservación de la biodiversidad.

Razonamiento científico

Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis.

Competencias genéricas

Cognitivas-metacognitivas

Resolución de problemas

Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico.

Pensamiento crítico

Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos.

Creatividad

Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas.

Socioemocionales genéricas

Trabajo colaborativo

Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Orientación al logro

Muestra resiliencia ante problemas experimentales y en el manejo de herramientas digitales, para la finalización del proyecto de investigación, con la búsqueda de soluciones alternativas informadas.

Gestión emocional

Reconoce áreas de oportunidad para mejorar el diseño experimental y la interpretación de resultados experimentales, a través de los procesos de revisión de manuscritos y textos científicos.

Apertura a la experiencia

Evalúa innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, con participación en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Relación con otros y otras

Colabora con otras personas de acuerdo al contexto en el que se encuentra, de forma empática, ética, efectiva y asertiva, para construir relaciones profesionales sólidas, participando en debates académicos, proyectos de investigación, y en actividades interdisciplinarias.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos a través de la búsqueda de información con análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

Creación de contenidos digitales

Emplea diferentes tecnologías digitales con el objetivo de expresar conocimientos e ideas en distintos formatos de forma accesible, mediante la programación y elaboración de instrucciones en un sistema informático en la resolución de un determinado problema o tareas específicas.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Resolución de problemas técnicos

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

D. Socioculturales genéricas

Integridad personal

Actúa con respeto, honestidad y rectitud para realizar acciones, toma de decisiones, con un compromiso ético en beneficio del bien común, mediante el análisis de las situaciones que sean coherentes con su estructura de valores y principios éticos.

Comunicación en un segundo idioma

Comunica resultados de investigación para difundir el conocimiento científico, a través de la participación en colaboraciones, redes, eventos internacionales, y escritura de artículos científicos y de divulgación en un segundo idioma.

Interculturalidad

Integra perspectivas culturales diversas para la incorporación del factor de la problemática social en el diseño, desarrollo y aplicación de la investigación científica que contribuyan a la pertinencia y sostenibilidad de la investigación de manera ética y contextualizada, promoviendo enfoques interculturales.

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Emprendimiento

Genera ideas, procesos, desarrollos tecnológicos y prototipos relacionados a su proyecto de investigación, para dar solución a situaciones condicionantes en un escenario de oportunidad a través del uso de sus habilidades como la comunicación, innovación, creatividad, trabajo en equipo, negociación y liderazgo

Competencias laborales
Competencias específicas disciplinares

Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

Evalúa las problemáticas asociadas con la conservación de la biodiversidad y la salud humana, para plantear soluciones de mejora de las mismas, mediante la formulación de diagnósticos científicos y estrategias de solución en diferentes niveles de organización biológica, desde el genético hasta el ecosistémico.

Incorpora análisis críticos de factores socioculturales, históricos, económicos y políticos en la comprensión integral de los sistemas socioecológicos, para generar estrategias de conservación formulando estrategias de conservación que reconozcan e integren la dimensión humana en la biodiversidad.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Ecosistemas acuáticos	1.1 Dinámica de cadenas y cascadas tróficas en los hábitats intertidales 1.2 Efectos de los depredadores superiores en los océanos 1.3 Cascadas tróficas en lagos 1.4 Cascadas tróficas en costas tropicales
2. Ecosistemas terrestres	2.1 El papel de los herbívoros en las cascadas tróficas terrestres 2.2 Propagación de cascadas tróficas por múltiples vías en los sistemas tropicales 2.3 Cascadas tróficas en sistemas templados 2.4 Las cascadas tróficas en las islas
3. Cascadas tróficas y procesos ecosistémicos	3.1 Interacciones aéreas y subterráneas para la función del ecosistema 3.2 Comparación de cascadas tróficas en distintos ecosistemas y su efecto en los procesos ecosistémicos 3.3 Los procesos ecosistémicos degradados por la eliminación de cascadas tróficas 3.4 La importancia de las cascadas tróficas para la conservación de los procesos ecosistémicos
4. Futuras tendencias	4.5 Manipulación de cascadas tróficas para la restauración de los ecosistemas degradados

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	☐	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	☒	Análisis de textos	☒
Trabajo colaborativo	☒	Seminarios	☒
Plenaria	☐	Debate	☒
Ensayo	☒	Taller	☐
Mapas conceptuales	☐	Ponencia científica	☒
Diseño de proyectos	☐	Elaboración de síntesis	☒
Mapa mental	☒	Monografía	☐
Práctica reflexiva	☒	Reporte de lectura	☒
Trípticos	☐	Exposición oral	☒
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	☒	Experimentación (prácticas)	☐

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Debate o Panel	☒	Trabajos de investigación documental	☒
Lectura comentada	☒	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☒
Estudio de Casos	☒	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☒
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	☐	Métodos de proyectos	☒
Interacción con la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	☒	Exploración de la web	☐
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	☒	Enunciado de objetivo o intenciones	☒
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): piezas de divulgación			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Exposición de temas	50 %
Participación en discusiones	30%
Trabajo final	20 %
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Persona con doctorado en Biología o Ecología con experiencia en el desarrollo de proyectos de investigación relacionados a las interacciones planta-animal

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:
Terborgh, J. y J. A. Estes, editores. 2010. Trophic cascades: Predators, prey, and the changing dynamics of nature Island Press, Washington, D.C.

Complementarias:
Preisser, E. L., D. I. Bolnick, M. F. Benard. 2005. Scared to death? The effects of intimidation and consumption in predator-prey interactions. Ecology 86:501-509.
Salo, P., P. B. Banks, C. R. Dickman, E. Korpimaki. 2010. Predator manipulation experiments: impacts on populations of terrestrial vertebrate prey. Ecological Monographs 80:531-546.

U.A.E.M.
CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Tscharntke, T., A. M. Klein, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter et al. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. Ecology Letters 8:857-874.

Wise, D. H. 2006. Cannibalism,food limitation, intraspecific competition and the regulation of spider populations. En: Annual Review of Entomology. (eds.). pp 441-465.

Web: www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/trophic-cascade

Otros: —----------

U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Cultura, Conservación y Educación Ambiental

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Cultura, Conservación y Educación Ambiental				Ciclo de formación: Básico Eje de formación: Teórico Semestre: Entre 1° y 2o			
Elaborado por: Dra. María Cristina Saldaña Fernández				Fecha de elaboración: 16/11/16			
Actualizado por: Dra. María Cristina Saldaña Fernández				Fecha de revisión y actualización: 21/05/24			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	-	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales.							

PRESENTACIÓN

Debido al deterioro ambiental surge en el siglo XX el tema de la conservación ambiental y en torno a éste hay distintas perspectivas de acción y de análisis que han marcado tendencias específicas de participación en este problema que involucra a todos los sectores de la sociedad, desde ámbitos civiles hasta ámbitos gubernamentales, de carácter local y global.

Para iniciar el curso se parte de dos temas de investigación: A. Utilización de recursos naturales en el ciclo ritual (cívico y religioso). B. Agricultura tradicional, de los cuales el alumno desarrollará el diseño de un proyecto de investigación.

PROPÓSITOS

Identifica los factores de carácter socio cultural que intervienen en la conservación y educación ambiental; valora el estado que guarda el ambiente a nivel local y global.

Propicia la comprensión, desarrollo y praxis de los preceptos de la educación para la sustentabilidad, a partir del impulso de un pensamiento complejo que propicie la gestación de nuevas ideas, valores, representaciones, simbolizaciones, actitudes y competencias que se traduzcan en estrategias creativas para lograr la sustentabilidad de la vida en el planeta.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas
Lectura, análisis y síntesis Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica. **Comunicación oral y escrita** Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado **Aprendizaje estratégico** Aplica conocimientos, habilidades técnicas y metodologías para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento. **Razonamiento lógico-matemático** Aplica modelos matemáticos descriptores de la evolución, la ecología y la dinámica celular, integrándolos en el análisis e interpretación de datos de investigación, para la generación de conocimiento original en los campos de la biotecnología y la evolución y conservación de la biodiversidad. **Razonamiento científico** Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis.
Competencias genéricas
Cognitivas-metacognitivas **Resolución de problemas** Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico. **Pensamiento crítico** Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, analizando literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, y resolviendo problemas complejos mediante experimentos, simulaciones y modelos. **Creatividad** Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas. **Socioemocionales genéricas**

Trabajo colaborativo

Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Orientación al logro

Muestra resiliencia ante problemas experimentales y en el manejo de herramientas digitales, para la finalización del proyecto de investigación, con la búsqueda de soluciones alternativas informadas.

Apertura a la experiencia

Muestra resiliencia ante problemas experimentales y en el manejo de herramientas digitales, para la finalización del proyecto de investigación, con la búsqueda de soluciones alternativas informadas.

Relación con otros/as

Muestra resiliencia ante problemas experimentales y en el manejo de herramientas digitales, para la finalización del proyecto de investigación, con la búsqueda de soluciones alternativas informadas.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

Resolución de problemas técnicos

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

Socioculturales genéricas

Integridad personal

Actúa con respeto, honestidad y rectitud para realizar acciones, toma de decisiones, con un compromiso ético en beneficio del bien común, mediante el análisis de las situaciones que sean coherentes con su estructura de valores y principios éticos

Comunicación en un segundo idioma

SECRETARIA GENERAL

Comunica resultados de investigación para difundir el conocimiento científico, a través de la participación en colaboraciones, redes, eventos internacionales, y escritura de artículos científicos y de divulgación en un segundo idioma.

Interculturalidad

Integra perspectivas culturales diversas para la incorporación del factor de la problemática social en el diseño, desarrollo y aplicación de la investigación científica que contribuyan a la pertinencia y sostenibilidad de la investigación de manera ética y contextualizada, promoviendo enfoques interculturales.

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Emprendimiento

Genera ideas, procesos, desarrollos tecnológicos y prototipos relacionados a su proyecto de investigación, para dar solución a situaciones condicionantes en un escenario de oportunidad a través del uso de sus habilidades como la comunicación, innovación, creatividad, trabajo en equipo, negociación y liderazgo.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Adquiere conocimientos de frontera en el área de Ciencias Naturales, que le permita desarrollar capacidades y habilidades para participar y colaborar en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Desarrolla proyectos de investigación en las áreas de biotecnología y biología evolutiva para difundir conocimiento a través de publicaciones de artículos y en reuniones académicas

Identifica problemas en los sectores ambientales, agrícolas y de la salud humana para coadyuvar en la búsqueda de soluciones integrales a través de la colaboración con grupos de investigación.

Analiza información para reflexionar sobre los elementos teóricos y prácticos que le permitan crear ideas innovadoras a través de la fundamentación de argumentos científicos. Valora el entorno social y los recursos naturales para proponer su cuidado y su manejo sostenible mediante el uso ético del conocimiento.

Competencias transferibles para el trabajo

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Cultura y conservación ambiental	1.1 Antecedentes históricos de la percepción sobre la conservación de la biodiversidad en contexto (Utilización de recursos naturales para el comercio) 1.2 Concepto de biodiversidad. 1.3 ¿Por qué conservar y para quién?
2. Las ANP'S ante la necesidad de la conservación	2.1 Antecedentes y tipos de áreas naturales protegidas 2.2 El papel comunitario en la conservación ambiental, a partir de la agricultura tradicional.
3. Modelos de consumo y deterioro ambiental en la sociedad actual: ética, política y conservación de los recursos naturales.	3.1 Carácter irracional e inequitativo de la economía en el capitalismo y la sociedad de consumo. 3.2 Política ambiental en el ordenamiento territorial. La urbanización. 3.3 Conservación de recursos naturales y su uso en el ciclo festivo y religioso.
4. Bases conceptuales de la educación para la sustentabilidad.	4.1 Construcción del significado de la sustentabilidad desde una perspectiva compleja. 4.2 Desarrollo Sustentable o Insostenible. 4.3 Significado de la sustentabilidad social.
5. Perspectiva dialógica de la educación para la sustentabilidad.	5.1 Perspectivas de divulgación sobre la sustentabilidad 5.2 Distintos medios de difusión de conservación ambiental.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	☐	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	x	Análisis de textos	x
Trabajo colaborativo	x	Seminarios	x
Plenaria	☐	Debate	☐
Ensayo	x	Taller	☐
Mapas conceptuales	x	Ponencia científica	x

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Diseño de proyectos	x	Elaboración de síntesis	☐
Mapa mental	x	Monografía	☐
Práctica reflexiva	☐	Reporte de lectura	x
Trípticos	x	Expresión oral	x
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	x	Experimentación (prácticas)	☐
Debate o Panel	☐	Trabajos de investigación documental	☐
Lectura comentada	☐	Anteproyectos de investigación	x
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☐
Estudio de Casos	x	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☐
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	☐	Métodos de proyectos	
Interacción con la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	x	Exploración de la web	x
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	x
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	x	Enunciado de objetivo o intenciones	
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): mesa redonda			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Participación en clase	25%
Diseño de proyecto	35%
Ensayo final	40%
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Doctorado del área de Ciencias Sociales con experiencia en temas de Cultura, conservación y educación ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:

Arzeno, M. (2019). Orden-desorden y ordenamiento territorial como tecnología de gobierno. *Estudios socioterritoriales*, *25*, 0-0.

Peña-Azcona, I., Ortega-Argueta, A., García-Barrios, R., & Elizondo, C. (2022). Áreas de conservación voluntaria en México: alcances y desafíos. *Revista de Ciencias Ambientales*, *56*(2), 120-145.

Reyna Rojas MA, Saldaña Fernández C, García Flores A, Monroy Ortiz C, Valenzuela Aguilera, A, Valezuela Galván D. 2021. El panorama actual de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de México. *Ecosistemas*, 30(1).

Valenzuela Aguilera, María Cristina Saldaña Fernández (coordinadores), 2020, Tepoztlán en su laberinto, Ediciones Navarra – Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

Toledo, V. M., Barrera-Bassols, N., & Boege, E. (2019). ¿Qué es la diversidad biocultural? *México: Universidad Nacional Autónoma de México*.

Complementarias:

Boege E. 2008. Regiones, territorio, lenguas y cultura de los pueblos indígenas. In: Boege E. *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas*, INAH- CNCA- CDI, México, pp. 49 -80.

Carabias, Julia. (2019). Políticas económicas con sustentabilidad ambiental. *Economía UNAM*, *16*(46), 118-125. Epub 17 de junio de 2020.https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2019.46.438

Castellanos Ramírez L. 2019. Imaginarios territoriales desde la identidad campesina: Turismo rural en Usme y defensa del territorio. En Rozo E, Vélez-Rivas ML. *Debates contemporáneos sobre el turismo. Tomo VI: lugares turísticos: una aproximación desde los imaginarios sociales del turismo, las narrativas y las sensorialidades.* Universidad Externado de Colombia, Pp. 249-276.

Hernández-Flores JA, Martínez-Corona B, Ramírez-Juárez J. 2013. Sujetos sociales en la defensa del territorio en Puebla, México: la Unión Campesina Emiliano Zapata Vive. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, *10*(1):85-110.

Pulido Capurro, Víctor, & Olivera Carhuaz, Edith. (2018). Aportes pedagógicos a la educación ambiental: una perspectiva teórica. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, *20*(3), 333-346. https://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.397

Sotomayor, A. O., & Cueva, P. O. (2020). Ambiente, sociedad y turismo comunitario: La etnia Saraguro en Loja–Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, *26*(2), 180-191.

Miño, S. P. V., Narváez, L. D. C. V., Avalos, K. V. S., Pérez, M. C. A., Miño, M. F. V., & Rodríguez, M. A. L. (2018). Impacto de talleres educativos para la conservación y protección de los bosques en la Educación Ambiental de niños y niñas. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Impacto de talleres educativos para la conservación y protección de los bosques en la Educación Ambiental de niños y niñas. | Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores (dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com)
Web: Morin, E. Introducción al pensamiento complejo. Texto en línea http://www.pensamientocomplejo.com.ar/docs/files/MorinEdgar_Introduccion-al-pensamiento-complejo_Parte1.pdf Morin, E. Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Texto en línea http://ecaths1.s3.amazonaws.com/educacionsuperior/1225248699.7Saberes_Morin.pdf
Otros: "Documentales sobre el tema"

Cultura, medio ambiente y organización social

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Cultura, medio ambiente y organización social				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: Entre 1° y 2°			
Elaborado por: Dra. María Cristina Saldaña Fernández				Fecha de elaboración: enero 2010			
Actualizado por: Dra. María Cristina Saldaña Fernández				Fecha de revisión y actualización: 20/01/2024			
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No aplica	6	0	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa educativo en la que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales							

PRESENTACIÓN

México es privilegiado en su ubicación geográfica que favorece una diversidad extraordinaria de fauna y vegetación, al igual que en otras latitudes, tal diversidad biológica coincide con una diversidad cultural representada por más de 60 grupos, generalmente identificados por sus idiomas autóctonos. Sin embargo, a la par de ese distintivo del que podemos enorgullecernos frente a otros países, estamos ante un escenario derivado de hechos históricos que han determinado una situación de desigualdad y desconocimiento acerca de tal diversidad biocultural, problemas de deterioro ambiental aunados a pérdida de identidades, del conocimiento tradicional sobre el manejo de recursos, conflictos por su posesión, debilitamiento de la organización comunitaria, etc. En este curso se pretende analizar algunos aspectos de tal problemática, con la finalidad de ampliar nuestra visión sobre el panorama del ámbito rural en nuestro país.

PROPÓSITOS

Analizar la importancia de la diversidad cultural y biológica de México en la perspectiva del desarrollo rural, así como el papel de la organización comunitaria en la apropiación y defensa de la naturaleza.

Identificar los pueblos nahuas de Morelos y expresiones de organización social, así como elementos de percepción sobre la naturaleza.

Identificar la importancia de la organización social para la defensa del territorio.

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas

Lectura, análisis y síntesis

Comprende contenidos de literatura científica de manera cabal, analítica, crítica y creativa, con la finalidad de proponer un amplio referencial teórico y metodológico, vinculado a la línea de investigación en la que su proyecto se inscribe mediante el contraste de los conocimientos adquiridos en su proyecto de investigación incorporando sus ideas, propósitos y respetando la autoría.

Comunicación oral y escrita

Desarrolla habilidades de comunicación para la difusión y divulgación de sus resultados y su vinculación con la sociedad, a través de la presentación de informes, artículos y revisiones de escritos, así como la presentación de conferencias en foros afines a su área de investigación y para la sociedad en general.

Aprendizaje estratégico

Gestiona estilos propios que le permiten adquirir y desarrollar conocimientos y habilidades para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de la enseñanza de y con otros, así como las estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento.

Razonamiento lógico-matemático

Desarrolla habilidades para producir información, formular argumentos que sustentan su investigación y contribuir al conocimiento científico y tecnológico utilizando herramientas estadísticas (cualitativas y cuantitativas) que le permitan interpretar información de distinta índole, resolver problemas relacionados con la vida cotidiana, académica y con el mundo laboral.

Razonamiento científico

Desarrolla habilidades para reconocer objetivamente la problemática de la realidad en el entorno glocal y proponer una hipótesis con el manejo de un lenguaje argumentativo que le permitirá demostrar experimentalmente sus ideas mediante un análisis crítico de sus resultados para resolver problemas de la vida cotidiana, la vida laboral y la vida ciudadana en el ámbito de su competencia.

Competencias genéricas

Cognitivas-metacognitivas

Resolución de problemas

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Resuelve problemas teóricos y metodológicos aplicando el método científico, con flexibilidad, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales.

Pensamiento crítico

Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, analizando literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, y resolviendo problemas complejos mediante experimentos, simulaciones y modelos.

Creatividad

Desarrolla propuestas en ciencias naturales originales y de forma adaptativa, (por ejemplo, modificando el diseño) con herramientas adquiridas en la retroalimentación de tutorías y en las asignaturas cursadas para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido.

Socioemocionales genéricas

Trabajo colaborativo

Gestiona habilidades que le permiten interactuar con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Cuidado de sí

Promueve estrategias y actitudes que permitan su desarrollo personal con sentido ético para realizar y llevar a término proyectos de investigación dentro de un marco de responsabilidad y honestidad a través de la identificación, interpretación y valoración de las necesidades físicas, psicológicas, sociales y financieras relacionadas a cada proyecto.

Orientación al logro

Desarrolla habilidades propias de motivación, responsabilidad, compromiso y persistencia para ejecutar actividades académicas curriculares de su proyecto de investigación de manera eficiente, mediante el autoanálisis y la retroalimentación con sus compañeros y profesores durante las evaluaciones y trabajo académico cotidiano.

Apertura a la experiencia

Evalúa continuamente las principales innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, participando activamente en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Relación con otros/as

Colabora con otras personas de acuerdo al contexto en el que se encuentra, de forma empática, ética, efectiva y asertiva, para construir relaciones profesionales sólidas,

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

participando en debates académicos, proyectos de investigación, y en actividades interdisciplinarias.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

Resolución de problemas técnicos

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

Socioculturales genéricas

Integridad personal

Actúa con respeto, honestidad y rectitud para realizar acciones, toma de decisiones, con un compromiso ético en beneficio del bien común, mediante el análisis de las situaciones que sean coherentes con su estructura de valores y principios éticos

Comunicación en un segundo idioma

Comunica resultados de investigación para difundir el conocimiento científico, a través de la participación en colaboraciones, redes, eventos internacionales, y escritura de artículos científicos y de divulgación en un segundo idioma.

Interculturalidad

Comparte ideas y resultados de investigación con un público multicultural para mejorar su perspectiva global del mundo y de la ciencia, así como otras competencias mediante la movilidad académica a través de intercambios estudiantiles internacionales y la participación en talleres y proyectos multiculturales.

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Emprendimiento

Genera ideas, procesos, desarrollos tecnológicos y prototipos relacionados a su proyecto de investigación, para dar solución a situaciones condicionantes en un escenario de oportunidad a través del uso de sus habilidades como la comunicación, innovación, creatividad, trabajo en equipo, negociación y liderazgo

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Adquiere conocimientos de frontera en el área de Ciencias Naturales, que le permita desarrollar capacidades y habilidades para participar y colaborar en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Identifica problemas en los sectores ambiental, agrícola y de salud para contribuir a su solución, integrando el referente teórico y práctico de su proyecto de investigación. Dirige grupos de investigación en el área de Ciencias Naturales para realizar proyectos originales de investigación a través de la colaboración con grupos y redes de investigación con un sentido ético y responsable.

Desarrolla proyectos de investigación en las áreas de biotecnología y biología evolutiva para difundir conocimiento a través de publicaciones de artículos y en reuniones académicas

Identifica problemas en los sectores ambientales, agrícolas y de la salud humana para coadyuvar en la búsqueda de soluciones integrales a través de la colaboración con grupos de investigación.

Analiza información para reflexionar sobre los elementos teóricos y prácticos que le permitan crear ideas innovadoras a través de la fundamentación de argumentos científicos. Valora el entorno social y los recursos naturales para proponer su cuidado y su manejo sostenible mediante el uso ético del conocimiento.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

BLOQUES	TEMAS
1 correlación de diversidad cultural y diversidad biológica	1.1 Diversidad cultural 1.2 Diversidad biológica 1.3 Población indígena, cultura y naturaleza.
2 Occidente y la concreción del medio ambiente	2.1. Visión occidental del medio ambiente 2.2 Visión árido y mesoamericana del medio ambiente 2.3 Tradición e innovaciones en el aprovechamiento de la naturaleza
3 uso y apropiación cultural de la naturaleza	3.1 Utilización de la biodiversidad conservada 3.2 La organización social para la apropiación y defensa del territorio 3.2 Ordenamiento territorial en el ámbito rural 3.4 Planeación del desarrollo regional sustentable.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE SUGERIDAS			
Aprendizaje basado en problemas	( )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	(X)	Análisis de textos	(X)

U.A.E.M. SECRETARIA GENERAL

Trabajo colaborativo	(X)	Seminarios	(X)
Plenaria	(X)	Debate	(X)
Ensayo	(X)	Taller	( )
Mapas conceptuales	(X)	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	( )	Elaboración de síntesis	(X)
Mapa mental	(X)	Monografía	( )
Práctica reflexiva	(X)	Reporte de lectura	(X)
Trípticos	( )	Exposición oral	(X)
Otras			
ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA SUGERIDAS			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	(X)	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	(X)
Lectura comentada	(X)	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	(X)
Estudio de Casos	(X)	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( )
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( )	Método de proyectos	( )
Interacción con la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( )	Exploración de la web	(X)
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	(X)
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	(X)	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otras:			

CRITERIO DE EVALUACIÓN

CRITERIOS	PORCENTAJES
Trabajos	25
Presentación oral	25
Ensayos	40

U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS SECRETARIA GENERAL

Carpeta de evidencias	10
TOTAL	100%

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

PERFIL DEL PROFESOR

Dr. En Ciencias Antropológicas o áreas afines

REFERENCIAS

Básicas

Aedo, Jorge, Oñate, Estefany, Jaime, Marcela, & Salazar, Cesar. (2020). Capital social y bienestar subjetivo: Un estudio del rol de la participacion en organizaciones sociales en la satisfaccion con la vida y felicidad en ciudades chilenas. *Revista de análisis económico*, *35*(1), 55-74. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-88702020000100055_3

Arnold, M., Cadenas, H., & Urquiza, A. (Eds.). (2014). *La organización de las organizaciones sociales: aplicaciones desde perspectivas sistémicas*. RIL editores.

De Ávila Torres, D. (2017). San Basilio de Palenque y su organización social: El kuagro como referente histórico cultural. *Hexágono Pedagógico*, *8*(1), 155–163. https://doi.org/10.22519/2145888X.1071_2

Audelo Cruz, Jorge Mario. (2007). Organizaciones sociales y partidos políticos en Oaxaca: sus vínculos. *Política y cultura*, (27), 57-74. Recuperado en 31 de enero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422007000100004&lng=es&tlng=es.

Barabas, Bartolomé (2003), reciprocidad y parentesco en las culturas de Oaxaca, en Millán S, Valle J. (Coords.) Estructura social y organización comunitaria en las regiones indígenas de México, Vol. I, INAH, México.

Batista Hernández, N., Montalvo Villalva, I., & Intriago Alcívar, G. C. (2016). Responsabilidad social, pobreza, derecho ambiental y naturaleza. *Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación*, *1*(2), 01–06. Recuperado a partir de https://revistas.utb.edu.ec/index.php/magazine/article/view/47

Campos, B. S. (2008). Antropología y medio ambiente. Revisión de una tradición y nuevas perspectivas de análisis en la problemática ecológica. *AIBR: Revista de antropología iberoamericana*, *3*(2), 144-184.

Covarrubias, K.; Martínez-Guzmán, A. y Molina, N. (2018). Las representaciones sociales de la discriminación de doce organizaciones sociales (grupos vulnerables) del estado de Colima: Necesidades y propuestas de acción. Culturales, 6, e377. doi: https://doi.org/10.22234/recu.20180601.e377

Delgado, R. A. E. (2010). Las ONG como organizaciones sociales y agentes de transformación de la realidad: desarrollo histórico, evolución y clasificación. *Diálogos de saberes: investigaciones y ciencias sociales*, (32), 121-131.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Durán Bravo, P., Cisneros Martínez, N. G., Meléndez Rodríguez, V. M., & Leonor Martínez, M. Á. (2016). Comunicación Estratégica: construcción comunicacional de la estrategia corporativa en organizaciones sociales.

Flores, R. F. G. (2018). Una aproximación a partir de la teoría de sistemas al comportamiento de la organización social. *Amauta*, *16*(32), 191-203.

Grammont, Hubert C. de, & Mackinlay, Horacio. (2006). Las organizaciones sociales campesinas e indígenas frente a los partidos políticos y el Estado, México 1938-2006. *Revista mexicana de sociología*, *68*(4), 693-729. Recuperado en 31 de enero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-25032006000400003&lng=es&tlng=es.

Guerra Blanco, E. (2014). ¿Organizaciones o movimientos sociales? Esbozo de una crítica a una distinción conceptual. El caso de las organizaciones sociales en la Ciudad de México. *Territorios*, (31), 15-35. https://doi.org/10.12804/territ31.2014.01

Gutiérrez-Villalpando, Verónica, Nazar-Beutelspacher, Dominga Austreberta, Zapata-Martelo, Emma, Contreras-Utrera, Julio, & Salvatierra-Izaba, Benito. (2013). Mujeres y organización social en la gestión del agua para consumo humano y uso doméstico en Berriozábal, Chiapas. *LiminaR*, *11*(2), 100-113. Recuperado en 31 de enero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-80272013000200007&lng=es&tlng=es.

Inostroza Fernández, Luis. (2010). Organizaciones sociales y desarrollo local. *Convergencia*, *17*(52), 63-78. Recuperado en 31 de enero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352010000100003&lng=es&tlng=es.

IPADE, Deterioro ambiental y feminización de la pobreza, IPADE, V. M. F.

Jácome Castilla Erwin Hernando, Naydú Judith Jácome Castilla, Eduardo Luis Jácome Castilla, Estrategia de Intervención en Comunidades para la Conservación del Medio Ambiente: Una Aproximación Metodológica para la Investigación Social.

Jáuregui et. Al., (2003), La autoridad de los antepasados ¿Un sistema de organización social de tradición aborigen entre los coras y huicholes? en Millán S, Valle J. (Coords.) Estructura social y organización comunitaria en las regiones indígenas de México, Vol. III, INAH, México.

López, I., Arriaga, A., & Pardo Buendía, M. (2018). La dimensión social del concepto de desarrollo sostenible: ¿La eterna olvidada?

López, D. H., & García, J. C. L. (2010). Microculturas y cultura organizacional: construcción dialéctica en la organización. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, *18*(1), 151-167.

Marrero, A. S. V., & Asuaga, C. (2021). Gestión ambiental en las organizaciones: una revisión de la literatura. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, (18), 5.

Moctezuma et. Al, (2003), Etnografía del desierto. La estructura social O'Odham, Comca'ac, Yoeme y Yoreme, en Millán S, Valle J. (Coords.) Estructura social y organización comunitaria en las regiones indígenas de México, Vol. III, INAH, México.

Nolasco Margarita et. Al., (2003), Una visión de lo heterogéneo: Nuevas formas de estructura social de los indios de los Altos, de la selva de Chiapas y de los refugiados guatemaltecos de la frontera sur, en Millán S, Valle J. (Coords.) Estructura social y organización comunitaria en las regiones indígenas de México, Vol. I, INAH, México.

Ortiz, F. G. (2001). La organización social de los mazahuas del Estado de México. *CIENCIA ergo-sum*, *8*(1), 19-29.

Peña, R. A. (2022). La educación ambiental, una estrategia adecuada para el desarrollo sostenible de las comunidades. *DELOS: Desarrollo local sostenible*, *11*(31). Retrieved from https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/452 (12).

Prats, G. M., Ramírez, A. B. A., & Franco, F. D. J. M. (2019). Contabilidad ambiental para organizaciones en México. *Revista Venezolana de Gerencia*, *2*, 223-235.

Quintero Romero, Dulce María, & Rodríguez Herrera, América Libertad. (2008). Organizaciones sociales: nuevos actores políticos en Guerrero. *Política y cultura*, (30), 39-66. Recuperado en 31 de enero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422008000200003&lng=es&tlng=es.

Ricardo, J. E., Hernández, N. B., Vargas, R. J. T., Suntaxi, A. V. T., & Castro, F. N. O. (2017). La perspectiva ambiental en el desarrollo local. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*.

Sáenz Díaz, Diana Karent, Maldonado González, Ana Lucía, & Figueroa de Katra, Lyle. (2016). Estructura y organización de la representación social sobre consumo. El caso de la colonia 18 de marzo de Minatitlán, Veracruz. *Cultura y representaciones sociales*, *11*(21), 211-241. Recuperado en 31 de enero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102016000200211&lng=es&tlng=es.

Sandoval Moreno, Adriana, & Günther, María Griselda. (2015). Organización social y autogestión del agua: Comunidades de la Ciénega de Chapala, Michoacán. *Política y cultura*, (44), 107-135. Recuperado en 30 de enero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422015000200006&lng=es&tlng=.

Valencia, J. F., & Galeano, M. S. M. (2011). Historia de las Organizaciones sociales de base. *Revista Kavilando*, *3*(2), 60-65.

Ecología conductual en el Antropoceno

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES							
Unidad de aprendizaje: Ecología conductual en el Antropoceno				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: Entre 1° y 4°			
Elaborado por: Ma. Marcela Osorio Beristain				Fecha de elaboración: 07/10/2023			
Actualizado por: Ma. Marcela Osorio Beristain				Fecha de revisión y actualización: 20/05/2024			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	-	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte**:** DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES							

PRESENTACIÓN

La conducta animal es la primera respuesta de los animales a los cambios ambientales. En esta clase enfatizamos la relación entre las respuestas conductuales a los múltiples estresores en el Antropoceno. Se revisará la teoría en conductas fundamentales para la sobrevivencia y adecuación de los animales como reproducción, alimentación y sociabilidad y su relación con el disturbio humano.

PROPÓSITOS

Integración del conocimiento en evolución de la conducta animal por selección natural y las consecuencias por el disturbio antropogénico.
Reconocer la relación entre la disrupción conductual del individuo, y las consecuencias en la salud ambiental.
Identificar formas prácticas para disminuir la disrupción conductual causada por estresores ambientales particulares: cambio climático, urbanización y contaminación.
Reconocer el aporte de las evaluaciones de la conducta animal en los estudios con perspectiva teórica de una salud.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Competencias básicas

Lectura, análisis y síntesis

Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica.

Comunicación oral y escrita

Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado.

Razonamiento científico

Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis.

Competencias genéricas

Cognitivas-metacognitivas

Resolución de problemas

Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico.

Pensamiento crítico

Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, analizando literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, y resolviendo problemas complejos mediante experimentos, simulaciones y modelos.

Creatividad

Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas.

Socioemocionales genéricas

Trabajo colaborativo

Gestiona habilidades que le permiten interactuar con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Orientación al logro

Muestra resiliencia ante problemas experimentales y en el manejo de herramientas digitales, para la finalización del proyecto de investigación, con la búsqueda de soluciones alternativas informadas.

SECRETARIA GENERAL

Gestión emocional

Reconoce áreas de oportunidad para mejorar el diseño experimental y la interpretación de resultados experimentales, a través de los procesos de revisión de manuscritos y textos científicos.

Apertura a la experiencia

Evalúa continuamente las principales innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, participando activamente en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Relación con otros/as

Colabora con otras personas de acuerdo al contexto en el que se encuentra, de forma empática, ética, efectiva y asertiva, para construir relaciones profesionales sólidas, participando en debates académicos, proyectos de investigación, y en actividades interdisciplinarias.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

Creación de contenidos digitales

Emplea diferentes tecnologías digitales con el objetivo de expresar conocimientos e ideas en distintos formatos de forma accesible, mediante la programación y elaboración de instrucciones para que un sistema informático resuelva un determinado problema o realice tareas específicas.

Resolución de problemas técnicos

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

Socioculturales genéricas

Integridad personal

Actúa con respeto, honestidad y rectitud para realizar acciones, toma de decisiones, con un compromiso ético en beneficio del bien común, mediante el análisis de las situaciones que sean coherentes con su estructura de valores y principios éticos

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Emprendimiento

Genera ideas, procesos, desarrollos tecnológicos y prototipos relacionados a su proyecto de investigación, para dar solución a situaciones condicionantes en un escenario de oportunidad a través del uso de sus habilidades como la comunicación, innovación, creatividad, trabajo en equipo, negociación y liderazgo

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Adquiere conocimientos de frontera en el área de Ciencias Naturales, que le permita desarrollar capacidades y habilidades para participar y colaborar en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Identifica problemas en los sectores ambiental, agrícola y de salud para contribuir a su solución, integrando el referente teórico y práctico de su proyecto de investigación. Dirige grupos de investigación en el área de Ciencias Naturales para realizar proyectos originales de investigación a través de la colaboración con grupos y redes de investigación con un sentido ético y responsable.

Analiza información para reflexionar sobre los elementos teóricos y prácticos que le permitan crear ideas innovadoras a través de la fundamentación de argumentos científicos. Valora el entorno social y los recursos naturales para proponer su cuidado y su manejo sostenible mediante el uso ético del conocimiento.

Competencias transferibles para el trabajo

Desarrolla habilidades socioemocionales para fortalecer el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla aptitudes profesionales de comunicación efectiva, el trabajo colaborativo, la adaptabilidad y la flexibilidad para la ejecución de actividades profesionales cambiantes, la gestión de proyectos y la solución de problemáticas diversas en el ámbito laboral que

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

impulsen el bienestar social a través de la organización y articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo.

Bloques	Temas
I. Conducta Animal y las 4 preguntas de Nikolaas Tinberguen para su estudio	Función Mecanismo Ontogénia Filogénia
II. Variación intra e inter poblaciones y la selección natural	Teoría: variación en la naturaleza. Medición y análisis de variación de estructuras y conducta en insectos. Medición y análisis de variación de estructuras y conducta en aves.
III. Conductas fundamentales para la adecuación de los animales y su relación con disturbios antropogénicos.	Reproducción. Ecología de la alimentación. Sociabilidad.
IV. Práctica	Registros conductuales y de estructuras funcionales en ambientes antropizados. Análisis de datos en gabinete Cierre: liga una salud-conducta animal

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	☐	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	x	Análisis de textos	☐
Trabajo colaborativo	x	Seminarios	x
Plenaria	☐	Debate	☐
Ensayo	☐	Taller	☐
Mapas conceptuales	☐	Ponencia científica	☐
Diseño de proyectos	☐	Elaboración de síntesis	☐
Mapa mental	☐	Monografía	☐
Práctica reflexiva	☐	Reporte de lectura	☐
Trípticos	☐	Exposición oral	X
Otros: Revisión sistemática de literatura			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	Xx	Experimentación (prácticas)	x
Debate o Panel	☐	Trabajos de investigación documental	☐
Lectura comentada	☐	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	x	Discusión guiada	X
Estudio de Casos	x	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☐
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	☐	Métodos de proyectos	
Interacción con la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	x	Exploración de la web	☐
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	x	Enunciado de objetivo o intenciones	
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Revisión sistemática	30%
Reporte de prácticas	40%
Participación continua en clase	30%
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Doctora en Ecología, con línea de investigación en ecología de la conducta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:

Fromhage L. 2017. Parental Care and Investment. In: eLS. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. 10.1002/9780470015902.a0021907.pub2

Grunst AS, Grunst ML, Arzel C and Eens M. 2023. Behavioral ecological insights into organismal responses to anthropogenic environmental change: a multi-stress perspective. Front. Ecol. Evol. 11:1200682. 10.3389/fevo.2023.1200682

Davis NB, Krebs JR and West SA. 2012. An introduction to behavioral ecology. Wiley Blackwell

Rahman T and Candolin U. 2022. Linking animal behavior to ecosystem change in disturbed environments. Front. Ecol. Evol. 10:893453. 10.3389/fevo.2022.893453

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Wong BBM and Candolin U. 2015 Behavioral responses to changing environments. Behavioral Ecology. 26(3): 665–673. 10.1093/beheco/aru183

Complementarias:

Albery GF, Kirkpatrick L, Firth JA, Bansal S. 2021. Unifying spatial and social network analysis in disease ecology. J Anim Ecol. 90:45–61. 10.1111/1365-2656.13356

Birnie-Gauvin K, Peiman KS, Raubenheimer D, Cooke SJ. 2017. Nutritional physiology and ecology of wildlife in a changing world. Conserv Physiol. 22;5(1):cox030. 10.1093/conphys/cox030

Cantor M, Maldonado-Chaparro AA, Beck KB, et al. The importance of individual-to-society feedbacks in animal ecology and evolution. J Anim Ecol. 2021;90:27–44. 10.1111/1365-2656.13336

Cuthill, I. C., Allen, W. L., Arbuckle, K., & Caspers, B. (2017). The biology of color. *Science*, *357*(6350), 1–7. https://doi.org/10.1126/science.aan0221

Henshaw JM, Fromhage L, Jones AG. 2019. Sex roles and the evolution of parental care specialization. Proc. R. Soc. B 286: 20191312. 10.1098/rspb.2019.1312

Kappeler PM et al. 2022. Sex Roles and sex ratios in animals. Biological reviews 10.1111/brv.12915

PageJ, JE McKenzie, P.M. Bossuyt, I. Boutron, T.C. Hoffmann, C.D. Mulrow, L. Shamseer, J.M. Tetzlaff, E.A. Akl, S.E. Brennan, *et al.* 2021. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Syst. Rev., 10

Pilakouta N and A˚ lund M. 2021. Sexual selection and environmental change. Current Zoology, 2021, 67(3), 293–298. 10.1093/cz/zoab021

Urban MC and Richardson JL 2015. The Evolution of Foraging Rate across Local and Geographic Gradients in Predation Risk and Competition. Am. Nat. 186:E16–E32.

Otros: videos

Ecotoxicología

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Ecotoxicología				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: 1° o 2°			
Elaborado por: Patricia Mussali Galante				Fecha de elaboración: mayo 20204			
Actualizado por: Patricia Mussali Galante				Fecha de revisión y actualización: MAYO 2024			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	0	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales							

PRESENTACIÓN

La ecotoxicología estudia los efectos adversos de las sustancias xenobióticas sobre los diferentes niveles de organización biológica. Es decir, su ingreso, presencia, transporte, destino y eliminación. Este curso pretende concientizar al alumno sobre el efecto que tienen los contaminantes ambientales desde los genes hasta los ecosistemas, así como aprender las metodologías más utilizadas para evaluar los efectos de los xenobióticos. Por último, el alumno adquirirá un conocimiento multidisciplinario con una visión crítica

PROPÓSITOS

Se busca formar especialistas con una visión crítica e integradora sobre problemas de contaminación ambiental que afectan todos los niveles de organización biológica, capaces de identificar y cuantificar los efectos de la contaminación y proponer soluciones al respecto

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas

Lectura, análisis y síntesis

Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica.

Competencias genéricas

Cognitivas-metacognitivas

Resolución de problemas:

Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en

U.A.E.M. SECRETARIA GENERAL

ciencias naturales con la aplicación del método científico.

Pensamiento crítico:

Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, analizando literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, y resolviendo problemas complejos mediante experimentos, simulaciones y modelos.

Socioemocionales genéricas

Trabajo colaborativo
Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

Socioculturales genéricas

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

Evalúa las problemáticas asociadas con la conservación de la biodiversidad y la salud humana, para plantear soluciones de mejora de las mismas, mediante la formulación de

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

diagnósticos científicos y estrategias de solución en diferentes niveles de organización biológica, desde el genético hasta el ecosistémico.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Incorpora análisis críticos de factores socioculturales, históricos, económicos y políticos en la comprensión integral de los sistemas socioecológicos, para generar estrategias de conservación formulando estrategias de conservación que reconozcan e integren la dimensión humana en la biodiversidad.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

SECRETARIA GENERAL

CONTENIDOS

Bloques	Temas
UNIDAD 1. Principios generales de la ecotoxicología UNIDAD 2. Caracterización de tóxicos ambientales UNIDAD 3. Genotoxicidad y biomarcadores UNIDAD 4. Biomarcadores en cada nivel de organización biológica UNIDAD 5. Utilización de la biotecnología para identificación y solución de problemas de contaminación ambiental	UNIDAD 1 Tema 1.1 Historia y alcances de la ecotoxicología Tema 1.2 Fuentes potenciales de tóxicos ambientales Tema 1.3 Clasificación de tóxicos ambientales Tema 1.4 Transporte y movilidad de tóxicos ambientales UNIDAD 2 Tema 1.1 Biodisponibilidad Tema 1.2 Bioacumulación, bioconcentración y biomagnificación Tema 1.3 Persistencia y biodegradación Tema 1.4 Mineralización UNIDAD 3 Tema 1.1 Tipos de Biomarcadores Tema 1.2 Definición y características de un agente genotóxico Tema 1.3 Agentes genotóxicos directos e indirectos Tema 1.4 Pruebas para medir genotoxicidad UNIDAD 4 Tema 1.1 Célula e Individuo Tema 1.2 Población Tema 1.3 Comunidad y ecosistema Tema 1.4 Organismos bioindicadores o centinelas UNIDAD 5 Tema 1.1 Métodos físicos Tema 1.2 Métodos químicos Tema 1.3 Métodos biológicos

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	☐	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	x	Análisis de textos	x
Trabajo colaborativo	☐	Seminarios	☐
Plenaria	☐	Debate	x
Ensayo	x	Taller	☐
Mapas conceptuales	☐	Ponencia científica	x
Diseño de proyectos	☐	Elaboración de síntesis	☐
Mapa mental	☐	Monografía	☐
Práctica reflexiva	☐	Reporte de lectura	☐
Trípticos	☐	Explosión oral	x
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	x	Experimentación (prácticas)	☐
Debate o Panel	☐	Trabajos de investigación documental	x
Lectura comentada	x	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	x
Estudio de Casos	x	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☐
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	☐	Métodos de proyectos	☒
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	☐	Exploración de la web	☐
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	☐	Enunciado de objetivo o intenciones	☒
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): mesa redonda			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
La evaluación de los alumnos se basará en los siguientes criterios: 1. Tres exámenes parciales (valor: 50%) para aprobar el curso será necesario tener aprobados todos los exámenes. 2. Ensayo individual de investigación bibliográfica (valor: 25%). El ensayo puede ser sobre cualquier tema abordado en el temario	50% 25%

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

del curso. El tamaño del ensayo será de máximo 10 cuartillas (sin considerar la literatura citada). Se requerirá al menos 20 referencias bibliográficas recientes (de los últimos 5 años). Las referencias deberán estar citadas correctamente y completas. El objetivo de este trabajo es revisar el estado del conocimiento actual sobre algún tema elegido, incluyendo los avances más recientes y relevantes, así como los puntos de controversia o la necesidad de investigación, que permitan contestar preguntas particulares de interés ecotoxicológico. 3. Participación en clase, entrega de tareas o controles de lecturas (valor: 10%), especialmente participar en el debate de artículos científicos que se revisarán durante las clases. Las lecturas son obligatorias. 4. Exposición de un tema (valor: 15%)	10% 15%
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Ser especialista en las áreas de toxicología ambiental, biotecnología ambiental y en salud ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:
Lilia A. Albert. (Ed). 2004. Toxicología Ambiental. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Chihuahua, México.
Klassen, C.D. and Doull, J. (eds). 2001. Casarett and Doull's Toxicology. The basic Science of Poisons. 6th edition, McGraw-Hill, New York, USA.
Landis W.G and M.-H. Yu, 1999. Introduction to Environmental Toxicology. Impacts of Chemicals Upon Ecological Systems, 2nd Edition, Lewis Publishers, Boca Raton, Boston, London, New York, Washington, D.C. ISBN 1-56670-265-8
Moriarty, F. 1999. Ecotoxicology. Testing for Effects of Chemicals on Ecosystems. 3rd Edition. London: Academic Press.
Newman, M.C. 1998. Fundamentals of Environmental Toxicology. Chelsea, MI: Ann Arbor Press

Complementarias:
Mussali-Galante, P., Tovar-Sánchez, E., Valverde, M., Valencia-Cuevas, L., & Rojas, E. (2013). Evidence of population genetic effects in Peromyscus melanophrys chronically exposed to mine tailings in Morelos, Mexico. Environmental Science and Pollution Research, 20(11), 7666-7679.
Mussali-Galante, P., Tovar-Sánchez, E., Valverde, M., & Rojas Del Castillo, E. (2013). Biomarkers of exposure for assessing environmental metal pollution: from molecules to ecosystems. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 29(1), 117-140.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Mussali-Galante, P., Tovar-Sánchez, E., Valverde, M., & Rojas, E. (2014). Genetic structure and diversity of animal populations exposed to metal pollution. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, 227, 79-106.

Tovar-Sánchez, E., Mussali-Galante, P., Martínez-Pacheco, M., Ortiz-Hernández, M. L., Sánchez-Salinas, E., & Olvera-Velona, A. (2016). Relationship between genotoxic dagame and arsenic blood concentrations in individuals residing in an arsenic contaminated area in Morelos, Mexico. Revista internacional de contaminación ambiental, 32(1), 101-117.

Skuza L., Skúcko-Kociuba I., Filip E. y Bozek I. (2022). Natural Molecular Mechanisms of Plant Hyperaccumulation and Hypertolerance towards Heavy Metals. International Journal of Molecular Sciences 23, 9335.

Pabón S. E., Benítez R., Sarria R. A., y Gallo, J. A. (2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. Entre Ciencia e Ingeniería, 14(27), 9-18.

Cervantes-Ramírez, L. T., Ramírez-López, M., Mussali-Galante, P., Ortiz-Hernández, M., Sánchez-Salinas, E., & Tovar-Sánchez, E. (2018). Heavy metal biomagnification and genotoxic damage in two trophic levels exposed to mine tailings: a network theory approach. Revista Chilena de Historia Natural, 91.

Santoyo-Martínez, M., Mussali-Galante, P., Hernández-Plata, I., Valencia-Cuevas, L., Flores-Morales, A., Ortiz-Hernández, L., Flores-Trujillo K., Ramos-Quintana F., & Tovar-Sánchez, E. (2020). Heavy metal bioaccumulation and morphological changes in Vachellia campechiana (Fabaceae) reveal its potential for phytoextraction of Cr, Cu, and Pb in mine tailings. Environmental Science and Pollution Research, 27(10), 11260-11276.

Salazar-Ramírez, G., Flores-Vallejo, R. D. C., Rivera-Leyva, J. C., Tovar-Sánchez, E., Sánchez-Reyes, A., Mena-Portales, J., Sánchez-Carbente, M. R., Gaitán-Rodríguez, M. F., Batista-García, R. A., Villarreal, M. L., Massali-Galante, P., & Folch-Mallol, J. L. (2020). Characterization of fungal endophytes isolated from the metal hyperaccumulator plant Vachellia farnesiana growing in mine Tailings. Microorganisms, 8(2), 226. https://doi.org/10.3390/microorganisms8020226

Flores-Trujillo, A. K. I., Mussali-Galante, P., de Hoces, M. C., Blázquez-García, G., Saldarriaga-Noreña, H. A., Rodríguez-Solís, A., Tovar-Sanchez, E., Sanchez-Salinas, L. & Ortiz-Hernández, L. (2021). Biosorption of heavy metals on Opuntia fuliginosa and Agave angustifolia fibers for their elimination from water. International Journal of Environmental Science and Technology, 18(2), 441-454.

Jiménez Cisneros B. E. (2005). La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología adecuada. Editorial LIMUSA

Muro-González, D. A., Mussali-Galante, P., Valencia-Cuevas, L., Flores-Trujillo, K., & Tovar-Sánchez, E. (2020). Morphological, physiological, and genotoxic effects of heavy metal bioaccumulation in Prosopis laevigata reveal its potential for phytoremediation. Environmental Science and Pollution Research, 27(32), 40187-40204.

Web: ——————

Otros: ——————————

Fisiología de los microorganismos extremófilos

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Fisiología de los microorganismos extremófilos				Ciclo de formación: Básico Eje de formación: Teórico Semestre: Del 1er al 4º			
Elaborado por: Dra. María del Rayo Sánchez Carbente/Dr. Ramón Alberto Batista García				Fecha de elaboración: 20 de agosto 2018			
Actualizado por: Dra. María del Rayo Sánchez Carbente				Fecha de revisión y actualización: 20 de mayo 2024			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	0	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales							

PRESENTACIÓN

La materia comprende un programa dirigido a buscar la especialización del estudiantado para vincularlo con la investigación de los microorganismos que habitan ambientes extremos. Este curso generará las bases para comprender los mecanismos moleculares y celulares que les permiten a estos microorganismos crecer en ambientes de baja o alta temperatura, pH ácido o básico, hipersalinidad, etc. Durante el transcurso del programa se revisará la bibliografía actual que aborde las adaptaciones moleculares y celulares de este tipo de organismos respecto a los organismos mesófilos. La materia requiere de 50 horas teóricas, en un sistema donde el estudiante participe activamente en la construcción de su propio conocimiento, utilizando estrategias de revisión bibliográfica y discusión de artículos específicos para cada unidad, y 10 horas de práctica en las que se realizará dos proyectos, uno enfocado en la microbiología general y el segundo en el aislamiento de microorganismos extremófilos.

PROPÓSITOS

Describir los principales grupos microbianos extremófilos.
Analizar las adaptaciones moleculares, bioquímicas y fisiológicas de microorganismos extremófilos a temperatura, salinidad, pH, radiaciones y presión.
Explicar la diversidad y potencialidades industriales de los grupos microbianos extremófilos.
Revisar el estado del arte referente a las técnicas de cultivo *in vitro* para microorganismos extremófilos y otras estrategias moleculares para el estudio de ambientes extremos.

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Lectura, análisis y síntesis:

Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica.

Competencias genéricas

Cognitivas-metacognitivas

Resolución de problemas
Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico.

Pensamiento crítico
Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos.

Socioemocionales genéricas

Trabajo colaborativo

Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Apertura a la experiencia
Evalúa innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, con participación en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Relación con otros/as
Colabora con otras personas de acuerdo al contexto en el que se encuentra, de forma empática, ética, efectiva y asertiva, para construir relaciones profesionales sólidas, participando en debates académicos, proyectos de investigación, y en actividades interdisciplinarias.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Creación de contenidos digitales

Emplea diferentes tecnologías digitales con el objetivo de expresar conocimientos e ideas en distintos formatos de forma accesible, mediante la programación y elaboración de

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

instrucciones para que un sistema informático resuelva un determinado problema o realice tareas específicas.

Resolución de problemas técnicos

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

Socioculturales genéricas

Integridad personal

Actúa con respeto, honestidad y rectitud para realizar acciones, toma de decisiones, con un compromiso ético en beneficio del bien común, mediante el análisis de las situaciones que sean coherentes con su estructura de valores y principios éticos

Comunicación en un segundo idioma

Comunica resultados de investigación para difundir el conocimiento científico, a través de la participación en colaboraciones, redes, eventos internacionales, y escritura de artículos científicos y de divulgación en un segundo idioma.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

Evalúa las problemáticas asociadas con la conservación de la biodiversidad y la salud humana, para plantear soluciones de mejora de las mismas, mediante la formulación de diagnósticos científicos y estrategias de solución en diferentes niveles de organización biológica, desde el genético hasta el ecosistémico.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Incorpora análisis críticos de factores socioculturales, históricos, económicos y políticos en la comprensión integral de los sistemas socioecológicos, para generar estrategias de conservación formulando estrategias de conservación que reconozcan e integren la dimensión humana en la biodiversidad.

U.A.E.M. SECRETARIA GENERAL

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. *PRESENTACIÓN. ORGANIZACIÓN DEL CURSO. DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS MICROBIANOS EXTREMÓFILOS (2.5 h -1 clases)* 2. *GENERALIDADES DE FISIOLOGÍA MICROBIANA (10h - 4 clases)* 3. *MICROORGANISMOS TERMOFILOS Y PSICROFILOS (7.5 horas- 3 clases)* 4. *MICROORGANISMOS HALÓFILOS (5 horas – 2 clases)* 5. *MICROORGANISMOS ACIDÓFILOS Y BASÓFILOS.*	Dominio Archaea, Eubacteria y Eucarionte. Ultraestructura, morfología, fisiología, bioquímica y ecología. Estrategias para el estudio ecológico de extremófilos. Microorganismos extremófilos y tolerantes, Generalidades. Ecología de microorganismos extremófilos. Prospección de genes y productos de interés. Yellowstone: paraíso de la extremofilia Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos *in vitro*.

U.A.E.M. SECRETARIA GENERAL

Bloques	Temas
(5 horas – 2 clases) 6. *MICROORGANISMOS EXTREMÓFILOS ADAPTADOS A LAS RADIACIONES (5 horas – 2 clases)*	Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos *in vitro*.
7. *MICROORGANISMOS BARÓFILOS (piezófilos), OSMÓFILOS Y CAÓFILOS.* *(7.5 horas – 3 clases)*	Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos *in vitro*.
8. *APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS DE MICROORGANISMOS EXTREMÓFILOS.* *(5 horas – 2 clases)*	Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos *in vitro*.
9. *PRESENTACIÓN DE PROYECTOS FINALES (10 horas - 4 clases)*	Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos *in vitro*. Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos *in vitro*. Elaboración de un proyecto de investigación para la prospección de microorganismos.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	☐	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	☐X	Análisis de textos	☐ X
Trabajo colaborativo	☐	Seminarios	☐
Plenaria	☐	Debate	☐X
Ensayo	☐	Taller	☐
Mapas conceptuales	☐	Ponencia científica	☐
Diseño de proyectos	☐X	Elaboración de síntesis	☐
Mapa mental	☐	Monografía	☐
Práctica reflexiva	☐	Reporte de lectura	☐
Trípticos	☐	Explosión oral	☐X
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	☐	Experimentación (prácticas)	☐
Debate o Panel	☐	Trabajos de investigación documental	☐
Lectura comentada	☐	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☐

Estudio de Casos	☐	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☐
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	☐	Métodos de proyectos	☒
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	☐	Exploración de la web	☐
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	☐	Enunciado de objetivo o intenciones	☒
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): mesa redonda			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Participación en clases mediante tareas, preguntas orales, entre otras modalidades.	15%
Seminarios.	15%
Exposición de revisión y artículos.	30%
Presentación oral de un proyecto final.	40%
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Tener el grado de Doctor en Ciencias, tener conocimientos de bioquímica, biología molecular, microbiología y biología de sistemas. Contar con proyectos directamente relacionados a temas de microorganismos extremófilos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:
1. Brock: Microbiology of microorganisms (2015) Madigan M. T., Martinco J. M., Bender K. S., Buckley D. H. y Stahl D. A. Ed. Pearson. ISBN: 9788490352793.
2. Physiology and Biochemistry of Extremophiles (2007) Editor(s): Charles Gerday, Nicolas Glansdorff. Print ISBN:9781119738282 |Online ISBN:9781683671657 |DOI:10.1128/9781555815813

Complementarias:
1. Harrison, J. P., Gheeraert, N., Tsigelnitskiy, D., & Cockell, C. S. (2013). The limits for life under multiple extremes. *Trends in microbiology*, *21*(4), 204-212.

2. Gupta, G. N., Srivastava, S., Khare, S. K., & Prakash, V. (2014). Extremophiles: an overview of microorganisms from extreme environments. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, *7*(2), 371.
3. Imanaka, T. (2011). Moleculares bases of thermophily in hyperthermophiles. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, *87*(9), 587-602.
4. Wang, Q., Cen, Z., & Zhao, J. (2015). The survival mechanisms of thermophiles at high temperatures: an angle of omics. *Physiology*, *30*(2), 97-106.
5. De Maayer, P., Anderson, D., Cary, C., & Cowan, D. A. (2014). Some like it cold: understanding the survival strategies of psychrophiles. *EMBO reports*, e201338170.

Web: https://www.britannica.com/science/extremophile

Otros: https://www.youtube.com/watch?v=x4Mk7NrLp4k
https://www.youtube.com/watch?v=MY1d5Saqrc4

Macroevolución de Artrópodos Terrestres

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Macroevolución de Artrópodos Terrestres				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: 2º			
Elaborado por: Dr. Francisco Riquelme				Fecha de elaboración: 14/11/2022			
Actualizado por: Dr. Francisco Riquelme				Fecha de revisión y actualización: 21/10/2024			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje:	Modalidad
NA	6	0	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales							

PRESENTACIÓN

La Macroevolución estudia la evolución de la biodiversidad por encima de un taxón específico. Explora las tendencias y transformaciones a gran escala de la historia de la vida utilizando múltiples líneas de evidencia: morfológica, molecular, y ontogénica. Incluye el registro fósil y las especies actuales. Este curso introduce a los participantes en el estudio de los procesos y patrones macroevolutivos de la diversidad de artrópodos terrestres a nivel de clados y linajes.

PROPÓSITOS

Conocer los paradigmas fundamentales de los procesos y patrones evolutivos que determinan la diversidad biológica a nivel supraespecífico.

Integrar las teorías y metodologías macroevolutivas en los estudios descriptivos y modelos predictivos de la caracterización de la biodiversidad.

Establecer la integración del registro fósil y las especies actuales en trabajos de taxonomía y sistemática.

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas

Lectura, análisis y síntesis

Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica.

Comunicación oral y escrita

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado.

Aprendizaje estratégico

Aplica conocimientos, habilidades técnicas y metodologías para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento.

Razonamiento lógico-matemático

Aplica modelos matemáticos descriptores de la evolución, la ecología y la dinámica celular, integrándolos en el análisis e interpretación de datos de investigación, para la generación de conocimiento original en los campos de la biotecnología y la evolución y conservación de la biodiversidad.

Razonamiento científico

Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis.

Competencias genéricas

A. Cognitivas-metacognitivas

Resolución de problemas

Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico.

Pensamiento crítico

Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos.

Creatividad

Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas Socioemocionales genéricas

B. Socioemocionales genéricas

Trabajo colaborativo

Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Orientación al logro

Muestra resiliencia ante problemas experimentales y en el manejo de herramientas digitales, para la finalización del proyecto de investigación, con la búsqueda de soluciones alternativas informadas.

Gestión emocional

Reconoce áreas de oportunidad para mejorar el diseño experimental y la interpretación de resultados experimentales, a través de los procesos de revisión de manuscritos y textos científicos.

Apertura a la experiencia

Evalúa innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, con participación en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Relación con otros y otras

Colabora con otras personas de acuerdo al contexto en el que se encuentra, de forma empática, ética, efectiva y asertiva, para construir relaciones profesionales sólidas, participando en debates académicos, proyectos de investigación, y en actividades interdisciplinarias.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos a través de la búsqueda de información con análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

Creación de contenidos digitales

Emplea diferentes tecnologías digitales con el objetivo de expresar conocimientos e ideas en distintos formatos de forma accesible, mediante la programación y elaboración de instrucciones en un sistema informático en la resolución de un determinado problema o tareas específicas.

Resolución de problemas técnicos

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

Socioculturales genéricas

Integridad personal

Actúa con respeto, honestidad y rectitud para realizar acciones, toma de decisiones, con un compromiso ético en beneficio del bien común, mediante el análisis de las situaciones que sean coherentes con su estructura de valores y principios éticos

Comunicación en un segundo idioma

Comunica resultados de investigación para difundir el conocimiento científico, a través de la participación en colaboraciones, redes, eventos internacionales, y escritura de artículos científicos y de divulgación en un segundo idioma.

Interculturalidad

Integra perspectivas culturales diversas para la incorporación del factor de la problemática social en el diseño, desarrollo y aplicación de la investigación científica que contribuyan a la pertinencia y sostenibilidad de la investigación de manera ética y contextualizada, promoviendo enfoques interculturales.

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Emprendimiento

Genera ideas, procesos, desarrollos tecnológicos y prototipos relacionados a su proyecto de investigación, para dar solución a situaciones condicionantes en un escenario de oportunidad a través del uso de sus habilidades como la comunicación, innovación, creatividad, trabajo en equipo, negociación y liderazgo.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

SECRETARIA GENERAL

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. INTRODUCCIÓN A LA MACROEVOLUCIÓN	1.1. Contexto histórico. 1.2. Teoría evolutiva por encima de un taxón específico. 1.3. Teoría neutral unificada de Biodiversidad y Biogeografía. 1.4. Tendencias evolutivas: Tiempo y Forma. 1.5. Evolución de la complejidad. 1.6. Gradualismo vs Equilibrio Puntuado. 1.7. Diversidad vs Disparidad. 1.8. Estasis y cambio de caracteres. 1.9. Divergencia y especiación.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Bloques	Temas
	1.10. Exaptación. 1.11. Extinción. 1.12. Pulso de cambio. 1.13. Radiación adaptativa y no adaptativa. 1.14. Curvas de diversidad.
2. ARTHROPODA: CLADOS Y LINAJES	2.1. Los cuatro clados: Myriapoda, Hexapoda, Crustacea, Arachnida. 2.2. Historia evolutiva. 2.3. Taxonomía y Nomenclatura. 2.4. Sistemática Paleontológica. 2.5. Estratocladogramas. 2.6. Paleobiogeografía. 2.7. Ontogenia. 2.8. Filogenia. 2.9. Covariación e Interacciones. 2.10. Reloj molecular. 2.11. Árbol de la vida.
3. HERRAMIENTAS ANALÍTICAS.	3.1. Colecciones y catálogos taxonómicos. 3.4. Cartografía y mapas temáticos. 3.5. Bases de datos taxonómicas y espacio-temporales. 3.6. Big Data: gestión y análisis. 3.7. Análisis estructural usando filogenias. 3.8. Modelado: análisis de diversificación, reconstrucciones, y datación.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	☒	Nemotecnia	☒
Estudios de caso	☒	Análisis de textos	☒
Trabajo colaborativo	☒	Seminarios	☐
Plenaria	☐	Debate	☒
Ensayo	☐	Taller	☐
Mapas conceptuales	☒	Ponencia científica	☒
Diseño de proyectos	☒	Elaboración de síntesis	☒
Mapa mental	☒	Monografía	☐
Práctica reflexiva	☒	Reporte de lectura	☒
Trípticos	☐	Explosión oral	☒
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	☒	Experimentación (prácticas)	☒
Debate o Panel	☒	Trabajos de investigación documental	☐
Lectura comentada	☒	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☒
Estudio de Casos	☒	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☒
Foro	☒	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	☐	Métodos de proyectos	☒
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	☒	Exploración de la web	☒
Archivo	☒	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	☒	Enunciado de objetivo o intenciones	☒
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): mesa redonda			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
1. Ponencias. 2. Foro de análisis y discusión. 3. Proyecto teórico-práctico.	(30%) (30%) (40 %)
Total	100%

SECRETARIA GENERAL

PERFIL DEL PROFESOR

Profesor con grado de Doctorado en Ciencias Biológicas o área afín a las Ciencias Naturales, quién deberá demostrar conocimientos y experiencia en Biología Evolutiva y Sistemática de Arthropoda, preferentemente con producción científica en dichas áreas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:

- Barnes, R. S. K., P. P. Calow, P. J. W. Olive, D. W. Golding, J. I. Spicer. 2009. The Invertebrates: A Synthesis, 3rd Edition. Oxford, UK: Wiley-Blackwell.
- Baum, David A. &Stacey D. Smith. 2012. Tree Thinking: An Introduction to Phylogenetic Biology. London, UK: Macmillan Learning.
- Bose, R. & A. J. Bartholomew. 2013. Macroevolution in Deep Time. Berlin, DEU: Springer.
- Briggs D.E.G. & Crowther P.R. 2008. Paleobiology II, Wiley-Blackwell, EE.UU.
- Bromham, L. & Cardillo M. 2019. Origins of Biodiversity: An Introduction to Macroevolution and Macroecology. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Brusca, R. C. , Giribet, G., Moore, W. 2022. Invertebrates. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Felsenstein, J. 2003. Inferring Phylogenies. Sunderland, Ma, EE.UU: Sinauer
- Gaston K. J. & Blackburn T. M. 2000. Pattern and process in Macroecology. Oxford, UK: Blackwell Science
- Gould, S. J. 2002. The Structure of Evolutionary Theory. Harvard University Press, EE.UU.
- Revell, L.J. & L.j. Harmon. 2022. Phylogenetic Comparative Methods in R. Princeton, NJ, EE.UU: Princeton University Press.
- Serrelli, E., & N. Gontier. 2016. Macroevolution: Explanation, Interpretation and Evidence. Berlin, DEU: Springer.
- Smith, A. B. 1994. Systematics and the Fossil Record: Documenting Evolutionary Pattern. Oxford, UK: Wiley-Blackwell.

Complementarias:

- Fitch, W. M. & F. J. Ayala. 1995. Tempo and Mode in Evolution: Genetics and Paleontology 50 Years after Simpson. New York, EE.UU: National Academies Press.
- Hubbell S. P. 2001. The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. NJ, EE.UU: Princeton University Press.
- Levinton, J.S. 2001. Genetics, Paleontology, and Macroevolution. Cambridge: EE.UU: Cambridge University Press.
- Maynard, J. & E. Szathamáry. 1995. The major transitions in evolution. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Wilson, E. O. 2006. Naturalist. NY, EE.UU: Island Press.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DCN Doctorado en Ciencias Naturales

UNIDAD DE APRENDIZAJE

IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica: Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Métodos de investigación cualitativa				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: 2-4			
Elaborado por: Xavier López Medellín				Fecha de elaboración: 11/10/2023			
Actualizado por: Xavier López Medellín				Fecha de revisión y actualización:11/10/2024			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	0	6	12	Optativo	Posgrado	Presencial e híbrida
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales.							

PRESENTACIÓN

Los métodos de investigación cualitativa se centran en comprender experiencias, perspectivas y comportamiento de las personas y los grupos en su contexto natural. Sus métodos se basan en la recopilación de datos no numéricos como entrevistas, observaciones, documentos y material diverso con el objetivo de obtener una comprensión detallada y profunda del fenómeno de estudio.

PROPÓSITOS

El alumno conocerá las diferencias entre investigación cualitativa y cuantitativa. Conocer las fases de la investigación cualitativa. Identificar el problema del que partirá la investigación. Conocer el proceso de investigación. Identificar las necesidades planteadas y establecer las técnicas de muestreo adecuadas. Saber analizar los datos obtenidos y extraer conclusiones.

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas

Lectura, análisis y síntesis

Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica

Comunicación oral y escrita

Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado.

CEIB CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

CIBYC CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS SECRETARIA GENERAL

Aprendizaje estratégico

Aplica conocimientos, habilidades técnicas y metodologías para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento.

Razonamiento científico

Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis.

Competencias genéricas

Cognitivas-metacognitivas

Resolución de problemas

Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico.

Pensamiento crítico

Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, analizando literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, y resolviendo problemas complejos mediante experimentos, simulaciones y modelos.

Creatividad

Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas.

Socioemocionales genéricas

Trabajo colaborativo

Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Orientación al logro

Muestra resiliencia ante problemas experimentales y en el manejo de herramientas digitales, para la finalización del proyecto de investigación, con la búsqueda de soluciones alternativas informadas.

Gestión emocional

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Reconoce áreas de oportunidad para mejorar el diseño experimental y la interpretación de resultados experimentales, a través de los procesos de revisión de manuscritos y textos científicos.

Apertura a la experiencia

Evalúa continuamente las principales innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, participando activamente en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Relación con otros/as

Colabora con otras personas de acuerdo al contexto en el que se encuentra, de forma empática, ética, efectiva y asertiva, para construir relaciones profesionales sólidas, participando en debates académicos, proyectos de investigación, y en actividades interdisciplinarias.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

Socioculturales genéricas

Integridad personal

Actúa con respeto, honestidad y rectitud para realizar acciones, toma de decisiones, con un compromiso ético en beneficio del bien común, mediante el análisis de las situaciones que sean coherentes con su estructura de valores y principios éticos

Interculturalidad

Integra perspectivas culturales diversas para la incorporación del factor de la problemática social en el diseño, desarrollo y aplicación de la investigación científica que contribuyan a la pertinencia y sostenibilidad de la investigación de manera ética y contextualizada, promoviendo enfoques interculturales.

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Emprendimiento

Genera ideas, procesos, desarrollos tecnológicos y prototipos relacionados a su proyecto de investigación, para dar solución a situaciones condicionantes en un escenario de oportunidad a través del uso de sus habilidades como la comunicación, innovación, creatividad, trabajo en equipo, negociación y liderazgo.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

Evalúa las problemáticas asociadas con la conservación de la biodiversidad y la salud humana, para plantear soluciones de mejora de las mismas, mediante la formulación de diagnósticos científicos y estrategias de solución en diferentes niveles de organización biológica, desde el genético hasta el ecosistémico.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Incorpora análisis críticos de factores socioculturales, históricos, económicos y políticos en la comprensión integral de los sistemas socioecológicos, para generar estrategias de conservación formulando estrategias de conservación que reconozcan e integren la dimensión humana en la biodiversidad.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Paradigmas de la investigación cualitativa.	• Diferencias entre investigación cualitativa y cuantitativa. • Marco teórico y metodología. • Importancia de la investigación cualitativa en ciencias ambientales. • Implicaciones éticas.
1. Muestreo y calidad de la investigación cualitativa.	• Componentes de una metodología flexible • Preguntas de investigación. • Estableciendo el rigor en la investigación cualitativa.
2. Principales diseños cualitativos.	• Técnicas e instrumentos de recolección de información.
3. La observación participativa.	• Método como acercamiento a la comprensión de lo humano y lo social. • Especificidades de la observación participativa para recolectar datos. • Construcción social de la ciencia como problema.
4. La entrevista en profundidad.	• Características (diseño, realización de entrevista, registro, transcripción y análisis). • Entrevista a expertos
5. Estrategias y análisis de información cualitativa.	• Codificación y sistematización.

U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS SECRETARIA GENERAL

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	X	Nemotecnia	
Estudios de caso	X	Análisis de textos	X
Trabajo colaborativo	X	Seminarios	X
Plenaria	X	Debate	X
Ensayo	X	Taller	X
Mapas conceptuales		Ponencia científica	X
Diseño de proyectos	X	Elaboración de síntesis	X
Mapa mental		Monografía	
Práctica reflexiva	X	Reporte de lectura	X
Trípticos		Expresión oral	X
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	X	Experimentación (prácticas)	
Debate o Panel	X	Trabajos de investigación documental	X
Lectura comentada	X	Anteproyectos de investigación	
Seminario de investigación	X	Discusión guiada	X
Estudio de Casos	X	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	X
Foro		Actividad focal	X
Demostraciones		Analogías	
Ejercicios prácticos (series de problemas)		Métodos de proyectos	
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	X	Exploración de la web	
Archivo		Portafolio de evidencias	
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	X	Enunciado de objetivo o intenciones	
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): mesa redonda			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Participación activa en clase	30%
Presentación oral	30%
Trabajo final escrito	40%
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Doctor o doctora con estudios ambientales y posgrados o diplomados y publicaciones que involucren metodologías cualitativas de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:

Baxter, J. & Eyles, J. (1997). *Strategies of Qualitative Inquiry*. Sage Publications. London.

Denzin, N. K. and Lincoln, Y. S. 1998. Strategies of Qualitative Inquiry. SAGE Publications. London, UK.

King, G., Keohane, R. O. & Verba, S. 1994. *Designing Social Inquiry. Scientific inference in Qualitative Research*. Princeton University Press. New Jersey, USA.

Vasilachis de Gialdino, I. (2006). *Estrategias de Investigación Cualitativa*. Gedisa Editorial. Barcelona, España.

Yin, R. K. (2010). *Qualitative Research from Start to Finish*. The Guildford Press. New York.

Complementarias:

Castillo, A. Bullen-Aguilar, A. A., Peña-Mondragón, J. L. & Gutiérrez-Serrano, N. G. (2020). The social component of social-ecological research: moving from the periphery to the center. *Ecology and Society,* 25(1),6.

Durand, L. (2017). N*aturalezas Desiguales. Discursos sobre la conservación de la biodiversidad en México.* Estudios Socioambientales. CRIM-UNAM.

Esparza-Carlos, J. P., Wilhelmus-Gerritsen, P. R., López-Parraguirre, S. A. & Peña-Mondragón, J. L. 2019. Cómo perciben los niños al jaguar, Panthera onca (Carnivora:Felidae) en Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical,* 67(3),DOI 10.15517/RBT.V6713.33894

López-Medellín, X., A. Castillo & E. Ezcurra. 2011. Contrasting perspectives on mangroves in arid Northwestern Mexico: Implications for integrated coastal management. *Ocean & Coastal Management*, 54,318-329.

Pineda-Jiménez, C., López-Medellín, X., Wehncke, E. & Almanza, B. 2018. Construyendo sociedades comprometidas con el entorno natural: Percepciones y conocimientos ambientales de los niños de escuelas rurales y urbanas del sur de Morelos, *Región y Sociedad* 30(72),1-25.

Tábara, J. D. (2003). Participación cualitativa y evaluación integrada del medio ambiente y la sostenibilidad. Aspectos metodológicos en cuatro estudios de caso. *Documents d´Analisi Geográfica,* 42,183-213.

Ugalde-Binda, N. / Balvastre-Benavent, F. 2013. Investigación cuantitativa y cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. *Ciencias Económicas,* 31(2),179-187.

Vargas del Río, D. y Brenner, L. 2013. Ecoturismo comunitario y conservación ambiental: la experiencia de La Ventanilla, Oaxaca, México. Estudios Sociales 21(41):32-63.

Varguillas-C. (2006). El uso de Atlas.ti y la creatividad del investigador en el análisis cualitativo del contenido UPEL. *Laurus,* 12,73-87.

Percepción Remota

Unidad académica: Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Percepción Remota				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: Entre 1° y 4°			
Elaborado por: Dr. Daryl David Cruz Flores				Fecha de elaboración: enero de 2023			
Actualizado por: Dr. Daryl David Cruz Flores				Fecha de revisión y actualización: 20 de mayo del 2024			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	0	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programas educativos en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales							

PRESENTACIÓN

La percepción remota y sus productos derivados constituyen importantes recursos para estudios biológicos en la actualidad. Esto, unido al uso de los Sistemas de Información Geográfica, son esenciales para generar estudios de alto impacto tanto a nivel local, regional y global.

PROPÓSITOS

El estudiante comprenderá los fundamentos teóricos que enmarcan la percepción remota y el empleo de imágenes satelitales, por una parte, y entenderá y aplicará algunas de las herramientas disponibles para obtener y procesar información derivada de la percepción remota, dentro del ámbito del estudio y conservación de la diversidad biológica.

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas

Lectura, análisis y síntesis

Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica.

Comunicación oral y escrita

Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado

Aprendizaje estratégico

Aplica conocimientos, habilidades técnicas y metodologías para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento.

Razonamiento lógico-matemático

Aplica modelos matemáticos descriptores de la evolución, la ecología y la dinámica celular, integrándolos en el análisis e interpretación de datos de investigación, para la generación de conocimiento original en los campos de la biotecnología y la evolución y conservación de la biodiversidad.

Razonamiento científico

Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis.

Competencias genéricas

Cognitivas-metacognitivas

Resolución de problemas

Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico.

Pensamiento crítico

Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos.

Socioemocionales genéricas

Trabajo colaborativo

Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Apertura a la experiencia

Evalúa innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, con participación en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Socioculturales genéricas

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

Evalúa las problemáticas asociadas con la conservación de la biodiversidad y la salud humana, para plantear soluciones de mejora de las mismas, mediante la formulación de diagnósticos científicos y estrategias de solución en diferentes niveles de organización biológica, desde el genético hasta el ecosistémico.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Incorpora análisis críticos de factores socioculturales, históricos, económicos y políticos en la comprensión integral de los sistemas socioecológicos, para generar estrategias de conservación formulando estrategias de conservación que reconozcan e integren la dimensión humana en la biodiversidad.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Introducción a la percepción remota	1.1 Concepto e historia de la percepción remota y Elementos del sistema de percepción remota (5 horas). 1.2 Definición y estructura de las imágenes satelitales y tipos de estructura de almacenamiento de información satelital (5 horas).
2.-Características y preprocesamiento de las imágenes satelitales	2.1 Tipos de imágenes satelitales (2 horas). 2.2 Resolución espectral, espacial y temporal (3 horas). 2.3 Misiones Landsat, Modis y Sentinel (2 horas). Correcciones a las imágenes satelitales (3 horas). 2.4 Práctica de correcciones a IS en ENVI (5 horas).
3.-Indices espectrales de vegetación	3.1 Firmas espectrales y definición de índices3 espectrales de vegetación (3 horas). 3.2 Reconocimiento de diferentes tipos de vegetación a partir de IV (2 horas). 3.3 Principales IV empleados en ecología (3 horas). 3.4 Matemática de bandas (4 horas). 3.5 Introducción a las plataformas online para la obtención de índices derivados de sensores remotos (3 horas).
4.-Plataformas online para la obtención de índices espectrales	4.1 Prácticas en las plataformas Google Earth

Bloques	Temas
	Engine, AppEEARS y Climate Engine (20 horas).
5.-Visualización y procesamiento de índices espectrales de vegetación en Sistemas de Información Geográfica.	5.1 Práctica de Estadísticas geoespaciales, manipulación de archivos de IV, reclasificación, interpretación y mapificación de IV en ArcGis (20 horas).

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	☒	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	☒	Análisis de textos	☒
Trabajo colaborativo	☒	Seminarios	☒
Plenaria	☐	Debate	☒
Ensayo	☒	Taller	☐
Mapas conceptuales	☒	Ponencia científica	☒
Diseño de proyectos	☒	Elaboración de síntesis	☒
Mapa mental	☒	Monografía	☐
Práctica reflexiva	☒	Reporte de lectura	☒
Trípticos	☐	Exposición oral	☒
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	☒	Experimentación (prácticas)	☐
Debate o Panel	☒	Trabajos de investigación documental	☒
Lectura comentada	☒	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☒
Estudio de Casos	☒	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☒
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	☐	Métodos de proyectos	☒
Interacción con la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	☒	Exploración de la web	☐
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	☒	Enunciado de objetivo o intenciones	☒
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): piezas de divulgación			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Exposición de temas	50 %
Participación en discusiones	30%
Trabajo final	20 %
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Persona con doctorado en Biología o Ecología con experiencia en el desarrollo de proyectos de investigación relacionados a estudios biogeográficos, de ecología del paisaje y macroecología, con fuerte uso de Sistemas de Información Geográfica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:
Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). Introduction to remote sensing. Guilford Press.

Complementarias:
Huntington, J. L., Hegewisch, K. C., Daudert, B., Morton, C. G., Abatzoglou, J. T., McEvoy, D. J., & Erickson, T. (2017). Climate engine: Cloud computing and visualization of climate and remote sensing data for advanced natural resource monitoring and process understanding. Bulletin of the American Meteorological Society, 98(11), 2397-2410.
Wang, Y., & Moskovits, D. K. (2001). Tracking fragmentation of natural communities and changes in land cover: applications of Landsat data for conservation in an urban landscape (Chicago Wilderness). Conservation Biology, 15(4), 835-843.

Web:
https://www.earthdata.nasa.gov/learn/articles/appeears-2-0
https://app.climateengine.org/

Otros: —---------

Sistemática Filogenética

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Sistemática Filogenética.				Ciclo de formación: Básico Eje de formación: Teórico Semestre: Entre 1ero y 4to			
Elaborado por: Dr. Francisco Xavier González Cózatl, Dra. Elizabeth Arellano Arenas.				Fecha de elaboración: 10/08/2013			
Actualizado por: Dr. Francisco Xavier González Cózatl, Dra. Elizabeth Arellano Arenas, Dra. Daily Martínez Borrego, Dr. Daryl David Cruz Flores.				Fecha de revisión y actualización: 13/10/2023			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	0	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales.							

PRESENTACIÓN

La biodiversidad, definida como la variedad de formas de vida en nuestro planeta, está unida por una historia evolutiva. La Sistemática Filogenética es la disciplina dentro de la Biología que nos permite reconstruir esa historia evolutiva, los patrones de relaciones entre los seres vivos y, sobre todo, reconocer las unidades naturales que resultan del proceso evolutivo. Actualmente se reconoce que este tipo de información es fundamental para establecer estrategias para la conservación. En este contexto, este curso ofrece una visión de los elementos conceptuales, metodológicos y prácticos necesarios para la postulación de hipótesis filogenéticas que permitan, por ejemplo, realizar análisis de prioridades para la conservación, detectar especies en riesgo, así como identificar poblaciones o especies para las cuales es necesario desarrollar investigaciones más detalladas.

PROPÓSITOS

Proporcionar una perspectiva de los diferentes enfoques para la generación de hipótesis filogenéticas (métodos probabilísticos, límites de especies, distancias) que incluya los argumentos filosóficos y metodológicos que operan en su implementación, así como las habilidades prácticas necesarias para la recolección y análisis de los datos moleculares mediante el uso de programas especializados. Asimismo, se revisarán las bases y criterios para la selección y uso de caracteres moleculares, incluyendo la importancia del concepto de homología para este fin.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas
Lectura, análisis y síntesis Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica. **Comunicación oral y escrita** Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado **Aprendizaje estratégico** Aplica conocimientos, habilidades técnicas y metodologías para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento. **Razonamiento lógico-matemático** Aplica modelos matemáticos descriptores de la evolución, la ecología y la dinámica celular, integrándolos en el análisis e interpretación de datos de investigación, para la generación de conocimiento original en los campos de la biotecnología y la evolución y conservación de la biodiversidad. **Razonamiento científico** Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis
Competencias genéricas
Cognitivas-metacognitivas **Resolución de problemas** Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico. **Pensamiento crítico** Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos. **Creatividad**

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas

Socioemocionales genéricas

Trabajo colaborativo

Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Orientación al logro

Muestra resiliencia ante problemas experimentales y en el manejo de herramientas digitales, para la finalización del proyecto de investigación, con la búsqueda de soluciones alternativas informadas.

Gestión emocional

Reconoce áreas de oportunidad para mejorar el diseño experimental y la interpretación de resultados experimentales, a través de los procesos de revisión de manuscritos y textos científicos.

Apertura a la experiencia

Evalúa innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, con participación en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Relación con otros y otras

Colabora con otras personas de acuerdo al contexto en el que se encuentra, de forma empática, ética, efectiva y asertiva, para construir relaciones profesionales sólidas, participando en debates académicos, proyectos de investigación, y en actividades interdisciplinarias**.**

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

SECRETARIA GENERAL

Socioculturales genéricas

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Emprendimiento

Genera ideas, procesos, desarrollos tecnológicos y prototipos relacionados a su proyecto de investigación, para dar solución a situaciones condicionantes en un escenario de oportunidad a través del uso de sus habilidades como la comunicación, innovación, creatividad, trabajo en equipo, negociación y liderazgo.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

Evalúa las problemáticas asociadas con la conservación de la biodiversidad y la salud humana, para plantear soluciones de mejora de las mismas, mediante la formulación de diagnósticos científicos y estrategias de solución en diferentes niveles de organización biológica, desde el genético hasta el ecosistémico.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Incorpora análisis críticos de factores socioculturales, históricos, económicos y políticos en la comprensión integral de los sistemas socioecológicos, para generar estrategias de conservación formulando estrategias de conservación que reconozcan e integren la dimensión humana en la biodiversidad.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

SECRETARIA GENERAL

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Introducción a la Sistemática Filogenética.	1.1 ¿Qué es una filogenia y para qué sirve? 1.2 Breve introducción a las técnicas y métodos de reconstrucción filogenética. 1.3 Avances y direcciones en la teoría y métodos de la reconstrucción filogenética. 1.4 ¿Qué necesito saber para obtener una filogenia robusta? Puntos clave en el diseño y elaboración de una filogenia.
2. Análisis Filogenéticos.	2.1 Las fases de los análisis filogenéticos. Homología filogenética y la selección de caracteres moleculares. 2.2 Edición y alineamiento de matrices de secuencias de ADN. Métodos estáticos y dinámicos para el alineamiento de secuencias génicas. 2.3 Modelos de evolución del ADN. 2.4 Reconstrucción filogenética con Máxima Verosimilitud e Inferencia Bayesiana. Algoritmo de búsqueda. Robustez de la filogenia: análisis de Bootstrap y de probabilidad a posterior. 2.5 Edición y comparación de árboles filogenéticos. 2.6 Obtención de filogenias calibradas (Reloj molecular) y estimación de tiempos de divergencia.
3. Límites de especies.	3.1 ¿Por qué es importante establecer límites entre las especies? 3.2 Identificación y delimitación de especies a partir del *DNA Barcoding*.

Bloques	Temas
	3.3 Métodos matemáticos de delimitación de especie utilizando secuencias de ADN de un *locus* y de múltiples *loci*. 3.4 Aplicación de los métodos de delimitación de especies en estudios de sistemática.
4. Filogenia, unidades de la diversidad y conservación.	4.1 Filogenia y clasificación de grupos taxonómicos. 4.2 Especies crípticas y especies en riesgo. 4.3 Filogrupos y Unidades evolutivas significativas. 4.4 Prioridades para la conservación.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	X	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	X	Análisis de textos	X
Trabajo colaborativo	X	Seminarios	X
Plenaria	☐	Debate	X
Ensayo	☐	Taller	☐
Mapas conceptuales	X	Ponencia científica	☐
Diseño de proyectos	☐	Elaboración de síntesis	X
Mapa mental	☐	Monografía	☐
Práctica reflexiva	☐	Reporte de lectura	☐
Trípticos	☐	Exposición oral	X
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	X	Experimentación (prácticas)	☐
Debate o Panel	X	Trabajos de investigación documental	☐
Lectura comentada	X	Anteproyectos de investigación	X
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	X
Estudio de Casos	X	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☐
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	X	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	X	Métodos de proyectos	☐
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	X	Exploración de la web	X
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	X	Enunciado de objetivo o intenciones	☐
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): lluvia de ideas.			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Participación en clase	15 %
Análisis de literatura científica	10 %
Actividades prácticas y manejo de programas especializados	25 %
Presentación oral de trabajo final	50 %
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Profesional con conocimientos en evolución y sistemática filogenética, demostrados a través de su formación académica, producción científica y experiencia docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:

- WILEY, E.O. & LIEBERMAN, B.S. 2011. Phylogenetics: theory and practice of phylogenetic systematics. John Wiley & Sons.
- FELSENSTEIN, J. 2004. Inferring phylogenies. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts. 664 p.

Complementarias:

- ALFARO, M. E., S. ZOLLER & F. LUTZONI. 2003. Bayes or Bootstrap? A simulation study comparing the performance of Bayesian Markov Chain Monte Carlo sampling and bootstraping in assessing phylogenetic confidence. Molecular Biology and Evolution 20.
- DOUADY, C. J., F. DELSUC, Y. BOUCHER, W. F. DOOLITLE & E. J. P. DOUZERY. 2003. Comparison of Bayesian and Maximum Likelihood bootstrap measures of phylogenetic reliability. Molecular Biology and Evolution 20: 248-254.
- GIRIBET, G. 2003. Stability in phylogenetic formulations and its relationship to nodal support. Systematic Biology 52 (4): 554-564.
- WÄGELE, J.W. 2005. Phylogenetic systematics. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, Germany.
- REID, N. M., AND B. C. CARSTENS. 2012. Phylogenetic estimation error can decrease the accuracy species delimitation: a Bayesian implementation of the General Mixed Yule Coalescent model. BMC Evolutionary Biology 12:196.
- CARSTENS, B. C., ET AL. 2013. How to fail at species delimitation. Molecular Ecology 22:4369-4383.
- KAPLI, T., ET AL. 2017. Multi-rate Poisson tree processes for single-locus species delimitation under maximum likelihood and Markov chain Monte Carlo. Bioinformatics 33:1630-1638.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

- LUO, A., ET AL. 2018. Comparison of methods for molecular species delimitation across a range of speciation scenarios. Systematic Biology 67:830-846.

Web:

- SERVIDOR CIPRES http://www.phylo.org/
- EXELISIS LAB https://cme.h-its.org/exelixis/
- GENBANK https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/

Otros: Rstudio: paquete bGMYC

Genética Evolutiva

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Genética Evolutiva				Ciclo de formación: Especializado			
				Eje de formación:			
				Semestre:			
Elaborado por: Dra. Alejandra Vázquez Lobo Yurén				Fecha de elaboración:15 de abril del 2015			
Actualizado por: Dra. Alejandra Vázquez Lobo Yurén				Fecha de revisión y actualización: 20 marzo del 2025			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	0	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programas educativos en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales, Maestría en Biología Integrativa de la Biodiversidad y la conservacón							

PRESENTACIÓN

La genética evolutiva es el campo de análisis de la variación molecular para la inferencia y cuantificación de los procesos evolutivos en genes, poblaciones y especies. En el curso se revisan los mecanismos moleculares del origen de la variación del ADN y los procesos que determinan la distribución de la variación genética en las poblaciones naturales. También, se revisan los modelos teóricos de la evolución molecular y las herramientas del análisis de secuencias para la inferencia filogenética y la evolución genómica. Los temas del curso se enmarcan en el estudio de la biodiversidad y su posible aplicación en la conservación.

PROPÓSITOS

El estudiantado conoce los aspectos teóricos y las herramientas de análisis de la genética evolutiva en el marco del estudio de la biodiversidad y la conservación biológica

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas

Lectura, análisis y síntesis

Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica.

Comunicación oral y escrita

Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado.

Aprendizaje estratégico

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Aplica conocimientos, habilidades técnicas y metodologías para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento.

Razonamiento lógico-matemático

Aplica modelos matemáticos descriptores de la evolución, la ecología y la dinámica celular, integrándolos en el análisis e interpretación de datos de investigación, para la generación de conocimiento original en los campos de la biotecnología y la evolución y conservación de la biodiversidad.

Competencias genéricas

Cognitivas-metacognitivas

Resolución de problemas

Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico.

Pensamiento crítico

Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos.

Creatividad

Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas.

Socioemocionales genéricas

Trabajo colaborativo

Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Apertura a la experiencia

Evalúa continuamente las principales innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, participando activamente en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad

Creación de contenidos digitales

Emplea diferentes tecnologías digitales con el objetivo de expresar conocimientos e ideas en distintos formatos de forma accesible, mediante la programación y elaboración de instrucciones para que un sistema informático resuelva un determinado problema o realice tareas específicas.

Resolución de problemas técnicos

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

Socioculturales genéricas

Comunicación en un segundo idioma

Comunica resultados de investigación para difundir el conocimiento científico, a través de la participación en colaboraciones, redes, eventos internacionales, y escritura de artículos científicos y de divulgación en un segundo idioma.

Interculturalidad

Comparte ideas y resultados de investigación con un público multicultural para mejorar su perspectiva global del mundo y de la ciencia, así como otras competencias mediante la movilidad académica a través de intercambios estudiantiles internacionales y la participación en talleres y proyectos multiculturales.

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

Evalúa las problemáticas asociadas con la conservación de la biodiversidad y la salud humana, para plantear soluciones de mejora de las mismas, mediante la formulación de diagnósticos científicos y estrategias de solución en diferentes niveles de organización biológica, desde el genético hasta el ecosistémico.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Incorpora análisis críticos de factores socioculturales, históricos, económicos y políticos en la comprensión integral de los sistemas socioecológicos, para generar estrategias de conservación formulando estrategias de conservación que reconozcan e integren la dimensión humana en la biodiversidad.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
Genética de poblaciones	1.1. Teoría evolutiva y desarrollo del estudio de la genética evolutiva 1.2. La variación genética: origen y herramientas de estudio 1.3. Procesos que determinan la variación genética en las poblaciones naturales. 1.4. Filogeografía
Evolución molecular y filogenias	2.1. Tasas de mutación y de sustitución 2.2. análisis de diversidad genética a nivel de secuencias 2.3. Inferencia filogenética 2.4. Reloj molecular y teoría neutral

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Genómica evolutiva	3.1. Genomas procariontes, eucariontes y de organelos. 3.2. Paradojas genómicas y tamaño del genoma 3.3. Métodos de secuenciación, genotipado, ensamble y anotación de siguiente generación 3.4. Genómica comparada y evolutiva
Genética de la conservación	4.1 Parámetros genéticos para estimar la biodiversidad 4.2. Criterios para la conservación

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	X	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	X	Análisis de textos	☐
Trabajo colaborativo	☐	Seminarios	☐
Plenaria	X	Debate	☐
Ensayo	☐	Taller	☐
Mapas conceptuales	☐	Ponencia científica	☐
Diseño de proyectos	☐	Elaboración de síntesis	☐
Mapa mental	☐	Monografía	☐
Práctica reflexiva	X	Reporte de lectura	X
Trípticos	☐	Exposición oral	☐
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	X	Experimentación (prácticas)	☐
Debate o Panel	X	Trabajos de investigación documental	☐
Lectura comentada	X	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☐
Estudio de Casos	X	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☐
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	X	Métodos de proyectos	☐
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	☐	Exploración de la web	X
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	X	Enunciado de objetivo o intenciones	☐

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): mesa redonda

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Ejercicios y tareas	20
Presentaciones y controles	40
Examenes	40
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Académico investigador con estudios de doctorado con especialización en alguna de las áreas de la genética evolutiva

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas: Futuyma, D, Kirkpatrick M. 2017. Evolution. Sinauer. Graur, D. 2016. Molecular and Genome Evolution. Oxford University Press. Hahn, M. W. (2018). *Molecular population genetics*. Sunderland, MA: Sinauer Associates. ISBN 978-0878939657. Sætre, G. P., & Ravinet, M. (2019). *Evolutionary genetics: Concepts, analysis, and practice*. Oxford University Press. Hartl DL, Clark AG. 2007. Principles of Population Genetics (4a ed.). Sinauer Associates.
Complementarias: Hedrick PW. 2005. Genetics of Populations (3rd ed.). Jones and Bartlett. Nei M, Kumar S. 2000. Molecular Evolution and Phylogenetics. Oxford University Press, New York. Vargas P, Zardoya R. 2014. The tree of life: evolution and classification of living organisms. Sinauer Associates Inc. Wiley EO, Lieberman BS. 2011. Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic systematics. Wiley-Blackwel. Yang Z. 2014. Molecular evolution: a statistical approach. Oxford University Press
Web: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/ https://www.radford.edu/~rsheehy/Gen_flash/popgen/ http://tolweb.org/tree/
Otros: -

Ecología y Evolución de Plantas Vasculares

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales							
Unidad de aprendizaje: Ecología y Evolución de Plantas Vasculares				Ciclo de formación: Especializado			
				Eje de formación:			
				Semestre:			
Elaborado por: Dra. Alejandra Vázquez Lobo Yurén Dra. Karla María Aguilar Dorantes Dra. Concepción Martínez Peralta				Fecha de elaboración:3 de febrero del 2023			
Actualizado por: Dra. Alejandra Vázquez Lobo Yurén				Fecha de revisión y actualización: 20 marzo del 2025			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	0	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programas educativos en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales, Maestría en Biología Integrativa de la Biodiversidad y la conservacón							

PRESENTACIÓN

Las plantas vasculares son el grupo dominante de todos los ecosistemas terrestres y comprenden a una amplia diversidad de especies que presentan una gran diversidad de sistemas reproductivos y adaptaciones al ambiente, con una compleja evolución genómica. Son productoras primarias de los ecosistemas y relevantes modeladoras del ambiente, tienen estrechas interacciones ecológicas con animales, hongos y bacterias. Por lo que su estudio es de relevancia en diversas áreas de la biología y de la conservación.

PROPÓSITOS

Este seminario tiene como objetivo que el estudiantado adquiera conocimiento especializado de la biología de plantas vasculares desde las perspectivas de la ecología, la fisiología y la evolución.

La amplia diversidad de formas que presenta este grupo permitirá que el alumnado se familiarice con herramientas de análisis de biología de la reproducción, ecofisiología, genética y sistemática filogenética

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas
Lectura, análisis y síntesis Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica. **Aprendizaje estratégico** Aplica modelos matemáticos descriptores de la evolución, la ecología y la dinámica celular, integrándolos en el análisis e interpretación de datos de investigación, para la generación de conocimiento original en los campos de la biotecnología y la evolución y conservación de la biodiversidad. **Razonamiento científico** Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis
Competencias genéricas
Cognitivas-metacognitivas **Resolución de problemas** Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico. **Pensamiento crítico** Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos. **Creatividad** Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas. **Socioemocionales genéricas** **Trabajo colaborativo** Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones. **Apertura a la experiencia** Evalúa continuamente las principales innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, participando activamente en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

SECRETARIA GENERAL

Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos buscando información a través de un análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad

Creación de contenidos digitales

Emplea diferentes tecnologías digitales con el objetivo de expresar conocimientos e ideas en distintos formatos de forma accesible, mediante la programación y elaboración de instrucciones para que un sistema informático resuelva un determinado problema o realice tareas específicas.

Resolución de problemas técnicos

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

Socioculturales genéricas

Comunicación en un segundo idioma

Comunica resultados de investigación para difundir el conocimiento científico, a través de la participación en colaboraciones, redes, eventos internacionales, y escritura de artículos científicos y de divulgación en un segundo idioma.

Interculturalidad

Integra perspectivas culturales diversas para la incorporación del factor de la problemática social en el diseño, desarrollo y aplicación de la investigación científica que contribuyan a la pertinencia y sostenibilidad de la investigación de manera ética y contextualizada, promoviendo enfoques interculturales.

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover su respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

Evalúa las problemáticas asociadas con la conservación de la biodiversidad y la salud humana, para plantear soluciones de mejora de las mismas, mediante la formulación de diagnósticos científicos y estrategias de solución en diferentes niveles de organización biológica, desde el genético hasta el ecosistémico.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Incorpora análisis críticos de factores socioculturales, históricos, económicos y políticos en la comprensión integral de los sistemas socioecológicos, para generar estrategias de conservación formulando estrategias de conservación que reconozcan e integren la dimensión humana en la biodiversidad.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Las plantas vasculares en el árbol de la vida	1.1. Inferencia filogenética 1.2. Árboles filogenéticos de las plantas vasculares 1.3. Tasas de especiación 1.4 Coevolución
2. Genética evolutiva de plantas vasculares	2.1. Características genéticas y genómicas de las plantas vasculares

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

	2.2. Efectos del sistema reproductivo en la variación genética (endogamia y exogamia) 2.3. Domesticación 2.4. Evolución del desarrollo
3. Reproducción de las plantas con semilla	3.1. Ciclo reproductivo de gimnospermas y angiospermas 3.2. Orígenes de la polinización 3.3. Evolución de la reproducción en angiospermas y su éxito ecológico
4. Ecología reproductiva de las plantas con semilla	4.1. Interacciones bióticas en la reproducción de gimnospermas y angiospermas 4.2. Polinización 4.3. Florivoría 4.4. Frugivoría
5. Fisiología ecológica de plantas	5.1. Morfología de órganos vegetativos en plantas 5.2. Respuesta de la fotosíntesis a la luz 5.3. Efecto del exceso de luz, temperatura

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	X	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	X	Análisis de textos	☐
Trabajo colaborativo	☐	Seminarios	☐
Plenaria	X	Debate	☐
Ensayo	X	Taller	☐
Mapas conceptuales	☐	Ponencia científica	☐
Diseño de proyectos	☐	Elaboración de síntesis	☐
Mapa mental	☐	Monografía	☐
Práctica reflexiva	X	Reporte de lectura	X
Trípticos	☐	Exposición oral	☐
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	X	Experimentación (prácticas)	☐
Debate o Panel	X	Trabajos de investigación documental	☐
Lectura comentada	X	Anteproyectos de investigación	☐
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☐
Estudio de Casos	X	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☐
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	X	Métodos de proyectos	☐

Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	☐	Exploración de la web	X
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	X	Enunciado de objetivo o intenciones	☐
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): mesa redonda			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Ejercicios y tareas	30
Presentaciones y controles	60
Examenes	10
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Académico con estudios de doctorado, con conocimientos en biología, ecología, ecofisiología o genética de poblaciones de plantas vasculares, demostrado a través de su formación académica, producción científica y experiencia docente universitaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:

Futuyma D. 2005. Evolution. Sinauer Associates Inc. Sunderland MA.

Taiz L, Zeiger E, Møller IM, Murphy A. 2015. Plant physiology and development. Sinauer Associates, Incorporated. Sunderland MA.

Vargas P, Zardoya R. 2014. The tree of life: evolution and classification of living organisms. Sinauer Associates Inc. Sunderland MA.

Márquez-Guzmán J, Collazo-Ortega M, Martínez-Gordillo M, Orozco-Segovia A, Vázquez-Santana S. 2013. Biología de Angiospermas. Ed. Coordinación de la Investigación Científica, Facultad de ciencias, UNAM. México.

Simpson MG. 2005. Plant Systematics. Elsevier Academic Press. New York. USA.

Complementarias: Wan X. 2018. *The Dawn Angiosperms*. Springer International Publishing. Suiza

Web: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/
https://www.radford.edu/~rsheehy/Gen_flash/popgen/
http://tolweb.org/tree/

Otros: -

Macroevolución y Sistemática Paleontológica

Unidad académica: **Facultad de Ciencias Biológicas**							
Programa educativo: **Doctorado en Ciencias Naturales**							
Unidad de aprendizaje: Macroevolución y Sistemática Paleontológica				Ciclo de formación: **Teórico**			
				Eje de formación: **Seminario Temático**			
				Semestre:1 al 4			
Elaborado por: **Dr. Francisco Riquelme** **Dr. Hugo Cruz Rosas**				Fecha de elaboración: **20/08/2025**			
Actualizado por: **Dr. Francisco Riquelme**				Fecha de revisión y actualización: **20/08/2025**			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
	6	**0**	**6**	**12**	**Optativa**	**Posgrado**	**Presencial**
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: **Doctorado en Ciencias Naturales**							

PRESENTACIÓN

La macroevolución comprende los patrones y procesos evolutivos que se desarrollan en escalas temporales y taxonómicas superiores al nivel específico, incluyendo, pero no limitados a la aparición y diversificación de clados y linajes. El registro fósil representa la fuente primaria de evidencia empírica para el análisis de los patrones macroevolutivos, proporcionando documentación directa de los cambios morfológicos, los procesos de radiación adaptativa, la dinámica filogenética y la extinción de los taxa a través del tiempo geológico. La integración de datos paleontológicos con marcos teóricos evolutivos resulta esencial para la comprensión de los mecanismos que han modelado la diversidad biológica a lo largo de la historia de la Tierra, y por extensión, entender la diversidad actual.

Durante este curso, el participante adquirirá conocimientos teóricos y desarrollará competencias en el uso de herramientas analíticas provenientes de la biología evolutiva, la sistemática paleontológica, la teoría de sistemas complejos y la simulación computacional, con el objetivo de explorar el registro fósil como un fenómeno macroevolutivo multiescalar.

PROPÓSITOS

- Conocer los fundamentos teóricos de la evolución de la biodiversidad en escalas temporales y espaciales amplias.
- Integrar las teorías y la plataforma analítica de la biología macroevolutiva, la sistemática paleontológica, la teoría de sistemas complejos y el modelado computacional en el estudio del registro fósil.
- Implementar el manejo de bases de datos y modelos computacionales para el estudio de los patrones y procesos macroevolutivos.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas

a. Lectura, análisis y síntesis.
Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica.

b. Comunicación oral y escrita.
Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado.

c. Aprendizaje estratégico.

Aplica conocimientos, habilidades técnicas y metodologías para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento.

d. Razonamiento lógico-matemático.
Aplica modelos matemáticos descriptores de la evolución, la ecología y la dinámica celular, integrándolos en el análisis e interpretación de datos de investigación, para la generación de conocimiento original en los campos de la biotecnología y la evolución y conservación de la biodiversidad.

e. Razonamiento científico.
Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis

Competencias genéricas

a. Cognitivas–Metacognitivas
Resolución de problemas

Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico.

Pensamiento crítico

Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos.

Creatividad

Fomenta la creatividad en el diseño, parametrización y experimentación con simulaciones computacionales.

b. Socioemocionales genéricas
Trabajo colaborativo

U.A.E.M. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS SECRETARIA GENERAL

Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Apertura a la experiencia

Evalúa innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, con participación en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

c. Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información
Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos a través de la búsqueda de información con análisis crítico.

Creación de contenidos digitales
Emplea diferentes tecnologías digitales con el objetivo de expresar conocimientos e ideas en distintos formatos de forma accesible, mediante la programación y elaboración de instrucciones en un sistema informático en la resolución de un determinado problema o tareas específicas.

d. Socioculturales genéricas
Aprecio por la vida y la diversidad
Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

Evalúa las problemáticas asociadas con la conservación de la biodiversidad y la salud humana, para plantear soluciones de mejora de las mismas, mediante la formulación de diagnósticos científicos y estrategias de solución en diferentes niveles de organización biológica, desde el genético hasta el ecosistémico.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Incorpora análisis críticos de factores socioculturales, históricos, económicos y políticos en la comprensión integral de los sistemas socioecológicos, para generar estrategias de conservación formulando estrategias de conservación que reconozcan e integren la dimensión humana en la biodiversidad.

Competencias transferibles para el trabajo

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

a. Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Fundamentos	1.1. Macroevolución desde la teoría de los sistemas complejos. 1.2. Dinámica no lineal en interacciones evolutivas. 1.3. La diversidad biológica como sistema complejo: bifurcaciones en el tiempo y divergencia de linajes. 1.4. Restricciones y posibilidades: tendencias evolutivas en el espacio-fase. 1.5. Propiedades emergentes en organismos y ecosistemas. 1.6. Teoría de sistemas complejos en transiciones evolutivas mayores.
2. Macroevolución en el registro fósil	2.1. Azar, contingencia, restricciones y autoorganización en procesos evolutivos. 2.2. Interacción entre azar y determinismo en la dinámica de la diversidad biológica. 2.3. Patrones macroevolutivos: diversificación, extinción, radiaciones adaptativas. 2.4. Teoría neutral, teoría de selección a múltiples niveles y teoría del equilibrio puntuado. 2.5. Coevolución y redes de interacción como sistemas complejos. 2.6. Datos y escalas temporales en macroevolución: registro fósil y filogenias.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Bloques	Temas
	2.7. Filogenias como redes complejas: métricas y visualización. 2.8. Extinciones como procesos críticos y de transición de fase. 2.9. Innovación y novedad evolutiva: emergencia en sistemas biológicos. 2.10. Complejidad y modelos predictivos en dinámicas macroevolutivas.
3. Librerías de Datos, Análisis y Modelado	3.1. Gestión y modelado de información taxonómica en librerías de datos: GenBank, GBIF y Paleobiology Database. 3.2. Curvas de diversidad: construcción en R, interpretación y ajuste de modelos. 3.3. Uso de software para análisis de redes filogenéticas y dinámica no lineal. 3.4. Simulación de redes filogenéticas bajo distintos escenarios de extinción/radiación adaptativa.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	X	Nemotecnia	X
Estudios de caso	X	Análisis de textos	X
Trabajo colaborativo	X	Seminarios	X
Plenaria		Debate	X
Ensayo	X	Taller	
Mapas conceptuales	X	Ponencia científica	X
Diseño de proyectos	X	Elaboración de síntesis	X
Mapa mental	X	Monografía	
Práctica reflexiva	X	Reporte de lectura	
Trípticos		Exposición oral	X
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	X	Experimentación (prácticas)	X
Debate o Panel	X	Trabajos de investigación documental	
Lectura comentada	X	Anteproyecto de investigación	

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Seminario de investigación		Discusión guiada	X
Estudio de Casos	X	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	X
Foro	X	Actividad focal	
Demostraciones		Analogías	
Ejercicios prácticos (series de problemas)		Métodos de proyectos	
Interacción con la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos, software especialmente diseñado)	X	Exploración de la web	X
Archivo		Portafolio de evidencias	
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	X	Enunciado de objetivo o intenciones	X
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): Cine			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
1. Ponencias. 2. Foro de análisis y discusión. 3. Proyecto teórico-práctico.	(30%) (30%) (40%)
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Profesional con grado de Doctorado en Ciencias Biológicas o en un área afín de las Ciencias Naturales, con experiencia comprobable en Macroevolución, Sistemática Filogenética, Taxonomía, y Paleobiología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:
Bak, P. 1996. How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality. Springer.
Barabási, A.-L. 2016. Network Science. Cambridge University Press.
Jablonski, D. 2007. Scale and Hierarchy in Macroevolution. *Paleontology, 50* (1), 87–109.
Baum, David A. &Stacey D. Smith. 2012. Tree Thinking: An Introduction to Phylogenetic Biology. London, UK: Macmillan Learning.
Bose, R. & A. J. Bartholomew. 2013. Macroevolution in Deep Time. Berlin, DEU: Springer.
Briggs D.E.G. & Crowther P.R. 2008. Paleobiology II, Wiley-Blackwell, EE.UU.
Bromham, L. & Cardillo M. 2019. Origins of Biodiversity: An Introduction to Macroevolution and Macroecology. Oxford, UK: Oxford University Press.

SECRETARIA GENERAL

Eldredge, N. 1985. Time Frames: The Rethinking of Darwinian Evolution and the Theory of the Punctuated Equilibria. Simon and Schuster.
Felsenstein, J. 2003. Inferring Phylogenies. Sunderland, Ma, EE. UU. Sinauer.
Gaston K. J. & Blackburn T. M. 2000. Pattern and process in Macroecology. Oxford, UK: Blackwell Science.
Gould, S. J. 2002. The Structure of Evolutionary Theory. Harvard University Press.
Kauffman, S. A.1993. The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution. Oxford University Press.
Lewontin, R. C. 2000. The triple helix: Gene, Organism, and Environment. Harvard University Press.
Maynard Smith, J., & Szathmáry, E. 1999. The Origins of Life: From the Birth of Life to the Origin of Language. Oxford University Press.
McGill, B. J. 2019. Macroecology: Concepts and Consequences. Cambridge University Press.
McShea, D. W., & Brandon, R. N. 2010. Biology's First Law: The Tendency for Diversity and Complexity to Increase in Evolutionary Systems. University of Chicago Press.
Mitchell, M. 2009. Complexity: A Guided Tour. Oxford University Press.
Solé, R., & Goodwin, B. 2000. Signs of Life: How Complexity Pervades Biology. Basic Books.

Complementarias:

Laguna, G.A., Marcelín, R., Patrick, G.A., & Vázquez, G. 2016. Complejidad y Sistemas Complejos: un acercamiento multidimensional. CopIt ArXives y Editora C3.
Levins, R.1968. Evolution in Changing Environments: Some Theoretical Explorations. Princeton University Press.
Levins, R., & Lewontin, R. 1985. The Dialectical Biologist. Harvard University Press.
Morin, E. 2005. Introducción al Pensamiento Complejo. Gedisa.
Valentine, J. W. 2004. On the Origin of Phyla. University of Chicago Press.
Villegas, M., Caballero, L., & Vizcaya, E. (Eds.). 2019. Biocomplejidad: Facetas y Tendencias, vol. 18. CopIt ArXives.

Web:----------

Otros:----------

BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas							
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales y Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: Biotecnología Vegetal				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: 1 - 4			
Elaborado por: Dra. Patricia Castillo España, Dra. Irene Perea Arango, Dr. J. Jesús Arellano García.				Fecha de elaboración: febrero de 2015			
Actualizado por: Dra. Irene Perea Arango, Dra. Anabel Ortíz Caltempa, Dr. J. Jesús Arellano García, Dr. Ramón Suárez Rodríguez, Dr. José Augusto Ramírez Trujillo.				Fecha de revisión y actualización: junio de 2025			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	4	2	6	12	Optativa	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales y Maestría en Biotecnología							

PRESENTACIÓN

La Biotecnología Vegetal es una disciplina integradora que hace uso de los conocimientos generados en biología vegetal, bioquímica, biología molecular, bioinformática y genómica, para desarrollar procesos de producción de bienes que contribuyen al desarrollo de la sociedad. El impacto que ha tenido la biotecnología vegetal en los últimos años nos muestra la necesidad de dotar a los estudiantes de la Maestría en Biotecnología y/o del Doctorado en Ciencias Naturales con los conocimientos básicos de Biotecnología Vegetal, para su desarrollo profesional.

PROPÓSITOS

El objetivo principal del curso es ofrecer a los estudiantes del posgrado (Maestría y Doctorado), cuyas formaciones y orientaciones son diversas, un panorama general de la Biotecnología Vegetal. Que el alumno aprenda los principios, técnicas y aplicaciones del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales e ingeniería genética de plantas, exponiéndolo a los problemas y desafíos actuales en el área de la Biotecnología Vegetal.

Al finalizar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos que le permitan tener un sentido crítico sobre la aplicación de la Biotecnología Vegetal considerando aspectos de bioseguridad, bioética y conservación de los recursos naturales. Igualmente, el alumno reconocerá la importancia y el potencial del cultivo de células y tejidos vegetales para su aplicación en investigación básica y sistemas productivos, como son la producción de metabolitos secundarios, la obtención de plantas libres de patógenos y multiplicación masiva.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias básicas
a. Lectura, análisis y síntesis: Integra el conocimiento teórico y metodológico para fundamentar su investigación e interpretar sus resultados a partir de investigación de literatura científica. **b. Comunicación oral y escrita** Comunica el conocimiento en ciencias naturales a públicos diversos para su presentación, difusión y divulgación en diferentes formatos y con el uso de lenguaje especializado. **c. Razonamiento lógico-matemático** Aplica conocimientos, habilidades técnicas y metodologías para planificar su aprendizaje de acuerdo con los objetivos y necesidades del proyecto de investigación, a través de estrategias que le permiten desaprender y reaprender, en un contexto de la dinámica de la información y el conocimiento. **d. Razonamiento científico** Propone estrategias experimentales que permitan solucionar problemáticas en el sector, agropecuario, ambiental y social, en el marco de las ciencias naturales con la aplicación de metodologías científicas inferencias o pruebas de hipótesis.
Competencias genéricas
A. Cognitivas-metacognitivas **Resolución de problemas** Resuelve problemas teóricos y metodológicos, para ejecutar proyectos de investigación en ciencias naturales con la aplicación del método científico. **Pensamiento crítico** Discierne la credibilidad de las fuentes de información, para analizar datos experimentales, a través del análisis de literatura científica, proyectos de investigación bien fundamentados, la resolución de problemas complejos, experimentos, simulaciones y modelos. **Creatividad** Propone aproximaciones de estudio de las ciencias naturales originales y flexibles para expresar opiniones independientes y fundadas en el conocimiento adquirido, a partir de la retroalimentación de tutorías y en las unidades de aprendizaje cursadas. **B. Socioemocionales genéricas**

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Trabajo colaborativo

Interactúa con otros de manera colaborativa y armónica para alcanzar metas conjuntas en el desarrollo de un proyecto de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y de generación de presentaciones.

Orientación al logro

Muestra resiliencia ante problemas experimentales y en el manejo de herramientas digitales, para la finalización del proyecto de investigación, con la búsqueda de soluciones alternativas informadas.

Gestión emocional

Reconoce áreas de oportunidad para mejorar el diseño experimental y la interpretación de resultados experimentales, a través de los procesos de revisión de manuscritos y textos científicos.

Apertura a la experiencia

Evalúa innovaciones científicas y tecnológicas, para mantenerse a la vanguardia en su campo y en el avance del conocimiento, con participación en conferencias, seminarios y en redes profesionales.

Relación con otros y otras

Colabora con otras personas de acuerdo al contexto en el que se encuentra, de forma empática, ética, efectiva y asertiva, para construir relaciones profesionales sólidas, participando en debates académicos, proyectos de investigación, y en actividades interdisciplinarias.

C. Digitales genéricas

Búsqueda, valoración y gestión de información

Indaga en entornos digitales, para analizar su pertinencia en proyectos a través de la búsqueda de información con análisis crítico.

Comunicación y colaboración en línea

Interactúa con las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital para compartir información, desarrollar recursos y conocimientos en procesos colaborativos a través del uso de tecnologías adecuadas con apego a la legalidad.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Creación de contenidos digitales

Emplea diferentes tecnologías digitales con el objetivo de expresar conocimientos e ideas en distintos formatos de forma accesible, mediante la programación y elaboración de instrucciones en un sistema informático en la resolución de un determinado problema o tareas específicas.

Resolución de problemas técnicos

Identifica problemáticas y áreas de oportunidad en el uso de dispositivos, herramientas, y entornos digitales durante procesos individuales y colectivos para proponer soluciones que permitan el desarrollo de un aprendizaje autónomo en apoyo de otros, mediante el uso y fortalecimiento de sus habilidades digitales.

D. Socioculturales genéricas

Integridad personal

Actúa con respeto, honestidad y rectitud para realizar acciones, toma de decisiones, con un compromiso ético en beneficio del bien común, mediante el análisis de las situaciones que sean coherentes con su estructura de valores y principios éticos

Comunicación en un segundo idioma

Comunica resultados de investigación para difundir el conocimiento científico, a través de la participación en colaboraciones, redes, eventos internacionales, y escritura de artículos científicos y de divulgación en un segundo idioma.

Interculturalidad

Integra perspectivas culturales diversas para la incorporación del factor de la problemática social en el diseño, desarrollo y aplicación de la investigación científica que contribuyan a la pertinencia y sostenibilidad de la investigación de manera ética y contextualizada, promoviendo enfoques interculturales.

Responsabilidad social y ciudadana

Identifica problemas globales que atañen a la sociedad para proponer formas de mitigación
mediante el uso de metodologías científicas.

Aprecio por la vida y la diversidad

Adquiere conciencia del valor de la biodiversidad para promover respeto y cuidado, a través del aprendizaje de la ética y responsabilidad social.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

Emprendimiento

Genera ideas, procesos, desarrollos tecnológicos y prototipos relacionados a su proyecto de investigación, para dar solución a situaciones condicionantes en un escenario de oportunidad a través del uso de sus habilidades como la comunicación, innovación, creatividad, trabajo en equipo, negociación y liderazgo.

Competencias laborales

Competencias específicas disciplinares

Desarrolla capacidades y habilidades para la participación y colaboración en grupos de investigación a través del diseño y ejecución de actividades experimentales, de redacción de documentos y en la generación de presentaciones.

Aplica el conocimiento sobre las ciencias naturales para producir información científica, con base en la teoría evolutiva, la ecología y la biología molecular de la célula.

Evalúa las problemáticas asociadas con la conservación de la biodiversidad y la salud humana, para plantear soluciones de mejora de las mismas, mediante la formulación de diagnósticos científicos y estrategias de solución en diferentes niveles de organización biológica, desde el genético hasta el ecosistémico.

Aplica herramientas computacionales y digitales para el estudio de las ciencias naturales desde los genomas hasta el medio ambiente, mediante el manejo de métodos bioinformáticos, sistemas de información geográfica y análisis evolutivos.

Competencias transferibles para el trabajo

Digitales para el trabajo

Utiliza bases de datos biológicas y programas especializados para la organización y análisis de datos, en el desarrollo de proyectos de investigación, mediante el dominio de tecnologías y su constante actualización.

Competencias para el trabajo transdisciplinar

Desarrolla habilidades socioemocionales para el fortalecimiento el aprendizaje como persona integrante de la comunidad a través de la regulación de la conducta y las emociones con apertura al trabajo colaborativo.

Desarrolla habilidades profesionales en comunicación efectiva, trabajo colaborativo, adaptabilidad y gestión de proyectos para enfrentar entornos laborales cambiantes, con la articulación de conocimientos de las ciencias naturales con pensamiento crítico y reflexivo en favor del bienestar social.

U.A.E.M.
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
SECRETARIA GENERAL

Competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida laboral (aprender, reaprender y desaprender)

Planifica su actualización profesional, para la resolución de problemas emergentes en el campo laboral e integración de tecnologías digitales inteligentes en contextos interdisciplinarios mediante la búsqueda y aplicación de conocimiento de vanguardia y de frontera.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Introducción y Arquitectura de las plantas superiores.	1.1 Los inicios de la Biotecnología Vegetal. 1.2 Tejidos adultos y tejidos embrionarios. 1.3 Formación del embrión. 1.4 El embrión maduro y la semilla. 1.5 Germinación de la semilla.
2. Cultivo de tejidos vegetales.	2.1 Manipulación del desarrollo de la planta. 2.2 Fundamentos y herramientas empleadas en el cultivo de células y tejidos vegetales (CCTV). 2.3 Rasgos distintivos de las células vegetales: Diferenciación, desdiferenciación y totipotencia. 2.4 Fitohormonas o reguladores de crecimiento: Auxinas, Citocininas, Giberelinas, Etileno, Ácido Abscísico y Brasinoesteroides. 2.5 Transducción de señales y vías de señalización de: auxinas, citocininas, giberelinas, etileno, ácido abscísico y brasinoesteroides.
3. Cultivos *in vitro*.	3.1 Organogénesis: Directa e Indirecta. 3.2 Embriogénesis Somática: semillas sintéticas. 3.3 Características fisiológicas de las plántulas cultivadas *in vitro*. 3.4 Criopreservación. 3.5 Bancos de germoplasma. 3.6 Variación clonal y marcadores moleculares. 3.7 Condiciones de aclimatización. 3.8 Los sustratos y sus propiedades.
4. Mejoramiento genético mediante métodos biotecnológicos.	4.1 Selección clonal y asistida por marcadores moleculares. 4.2 Mejoramiento vía mutagénesis inducida. 4.3 Obtención de haploides y poliploides. 4.4 Cultivo de polen y cultivo de anteras.

U.A.E.M.
SECRETARIA GENERAL

	4.5 Obtención de protoplastos e hibridación somática. 4.6 Métodos de transformación genética. 4.7 Aplicación del cultivo de tejidos en la industria farmaceútica, “Molecular pharming”. 4.8 La biotecnología vegetal en la agricultura.
5. Cultivos en suspensión y su escalamiento a cultivo en biorreactor.	5.1 Obtención de cultivos de callo mediante el uso de reguladores de crecimiento vegetal. 5.2 Cultivo de células en suspensión y su escalamiento a cultivo en biorreactor.
6. Obtención de cultivos de células y raíces transformadas y su escalamiento a cultivo en biorreactor.	6.1 Transformación genética vía *Agrobacterium tumefaciens* y *Rhizobium rhizogenes*. 6.2 Cultivo de células y raíces transformadas en suspensión y su escalamiento a biorreactor.
7. Uso de las ciencias ómicas en la edición de genomas y la Biotecnología Vegetal.	7.1 Transcriptómica, proteómica, metabolómica. 7.2 Bioseguridad y regulación.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	☒	Nemotecnia	☐
Estudios de caso	☐	Análisis de textos	☒
Trabajo colaborativo	☒	Seminarios	☐
Plenaria	☐	Debate	☐
Ensayo	☐	Taller	☐
Mapas conceptuales	☒	Ponencia científica	☐
Diseño de proyectos	☒	Elaboración de síntesis	☐
Mapa mental	☒	Monografía	☒
Práctica reflexiva	☒	Reporte de lectura	☒
Trípticos	☐	Explosión oral	☒
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	☒	Experimentación (prácticas)	☒
Debate o Panel	☐	Trabajos de investigación documental	☒
Lectura comentada	☒	Anteproyectos de investigación	☒
Seminario de investigación	☐	Discusión guiada	☒
Estudio de Casos	☒	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	☒
Foro	☐	Actividad focal	☐
Demostraciones	☐	Analogías	☐
Ejercicios prácticos (series de problemas)	☒	Métodos de proyectos	☒

Interacción con la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	☒	Exploración de la web	☐
Archivo	☐	Portafolio de evidencias	☐
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	☒	Enunciado de objetivo o intenciones	☒
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): mesa redonda			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Exámenes	70%
Reportes y tareas	15%
Prácticas	15%
Total	100%

PERFIL DEL PROFESOR

Profesores con nivel de Maestría o Doctorado en áreas afines a la Biotecnología Vegetal; con experiencia en Cultivo *in vitro* de tejidos vegetales, Transformación genética de plantas y Biología Molecular de plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Básicas:
1. Genetic Modification of Plants: Methods and Applications by Edwin B. Herman, Editor, Agricell Report. (April, 2009).
2. Plant Biotechnology: The Genetic Manipulation of Plants by Adrian Slater, Nigel W.Scott, and Mark R. Fowler. Oxford University Press, USA; Second edition (June 2, 2008).
3. Plant Biotechnology and Genetics: Principles, Techniques and Applications by C. Neal Stewart Jr. 372 pages Publisher: Oxford University Press, USA; 2 edition (June 2, 2008).

Complementarias:
1. Plant Propagation by Tissue Culture. E.F. George *et al*. (eds) 3rd. edition Springer, Dorderecht, The Neatherlands. 2008
2. Plant Physiology By Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger. Publisher Sinauer Associates, Inc.; Fifth edition (May 31, 2010)

Web: The Plant List:
https://wfoplantlist.org/
The Plant Proteome Database:
http://ppdb.tc.cornell.edu/

Otros:
Journal *Plants*. An Updated Overview on the Regulation of Seed Germination. doi:10.3390/plants9060703.