

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: Doctor

Orientación: Investigación

Modalidad: Escolarizada

Duración: 4 años

Consejo Interno de Posgrado: 11 de noviembre 2022

Consejo técnico: 11 de noviembre 2022

Comisión Académica de Consejo Universitario: 08 diciembre 2022

Consejo Universitario: 16 de diciembre 2022

Ciudad Universitaria, Cuernavaca, Morelos

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Dr. Gustavo Urquiza Beltrán.

Rector

Mtra. Fabiola Álvarez Velasco.

Secretaria General de la UAEM

Dr. José Mario Ordoñez Palacios.

Secretario Académico de la UAEM

Dra. Patricia Mussali Galante

Directora de Investigación y Posgrado

Dra. María del Refugio Trejo Hernández.

**Encargada de Despacho de la Dirección del Centro de Investigación en
Biotecnología**

Dra. Elizabeth Arellano Arenas.

Directora del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación

Dr. Alejandro García Flores.

Director del Centro de Investigaciones Biológicas

Dra. Michelle Monterrosas Brisson.

**Encargada de Despacho de la Dirección de la Facultad de Ciencias
Biológicas**

Integrantes de la Comisión Académica y de la Comisión de modificación del Plan de Estudios 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)
Biol. Fernanda Cristina Barrera Garduño (CEIB)

Asesoría Técnica-Metodológica

MPD Mónica Martínez Peralta
Lic. Jacqueline Pineda Uribe

Creación
Aprobado por el Consejo Universitario
2009

Reestructuración curricular 2011

Consejo Técnico: 28 de noviembre de 2011

Comisiones Académicas: 28 de noviembre de 2011

Consejo Universitario: 29 noviembre de 2011

Reestructuración curricular 2015

Consejo Técnico: 19 de Marzo de 2015

Comisiones Académicas: 25 de Mayo de 2015

Consejo Universitario: 17 de Junio 2015

Reestructuración curricular 2019

Consejo Técnico: 12 Noviembre del 2019

Comisiones Académicas: Noviembre 2019

Consejo Universitario: Diciembre 2019

Modificación curricular 2021

Consejo Técnico: 19 febrero del 2021

Comisiones Académicas: febrero 2021

Consejo Universitario: marzo 2021

Modificación curricular 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

ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN	4
2. JUSTIFICACIÓN	6
3. FUNDAMENTACIÓN	10
3.1 Fundamentos de política educativa	10
3.2. Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural.....	12
3.3. Avances y tendencias en el desarrollo de la disciplina o disciplinas que participan en la configuración de la profesión.....	14
3.4. Mercado de trabajo	15
3.5 Datos de oferta y demanda educativa.....	17
3.6. Análisis comparativo con otros planes de estudio	21
3.7. Evaluación del programa educativo a reestructurar	32
4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	40
5 OBJETIVOS CURRICULARES	41
5.1. Objetivo general.....	41
5.2. Objetivos específicos.....	41
5.3. Metas	41
6. PERFIL DEL ESTUDIANTE.....	43
6.1. Perfil de ingreso.....	43
6.2. Perfil de egreso	44
6.2.1 Competencias genéricas	44
6.2.2 Competencias específicas.....	45
7. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....	47
7.1 Flexibilidad curricular	47
7.1.2 Movilidad.....	48
7.2 Ciclos de formación.....	49
7.3 Ejes generales de la formación.....	50
7.4 Tutorías	52
7.4.1 De la selección del director de tesis	52
7.4.2 Procedimiento para la integración de comités tutorales	53
7.5. Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC).....	54
7.6 Vinculación.....	55
8. MAPA CURRICULAR	58

8.1 Ejemplo de la trayectoria de un estudiante	59
9. MEDIACIÓN FORMATIVA.....	60
10.- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE	64
11. UNIDADES DE APRENDIZAJE	68
12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO	70
12.1 Requisitos de Ingreso	70
12.1.1 Mecanismos de ingreso	72
12.2. Requisitos de permanencia.....	72
12.3. Requisitos de egreso	74
12.3.1 Causas de baja	74
12.3.2 Examen predoctoral.....	75
12.3.3 Examen de obtención de grado.....	75
13. TRANSICIÓN CURRICULAR	76
14. CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN.....	76
14.1 Recursos humanos	76
14.2. Estructura de la organización operativa.....	76
14.3. Procedimiento para la resolución de apelaciones	79
14.4 Recursos financieros	79
14.5 Recursos físicos, equipo científico.....	80
14.6 Recursos materiales	81
14.7 Estrategias de desarrollo	83
15. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR.....	85
ANEXOS	86
ANEXO I UNIDADES DE APRENDIZAJE.....	87
ANEXO II. PROFESORES INTEGRANTES DEL NÚCLEO BÁSICO.....	128
ANEXO III. GUÍAS DE ESTUDIO PARA EL EXAMEN DE CONOCIMIENTOS.....	132

1. PRESENTACIÓN

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 el ambiente y por tanto en la salud. Por ello, es prioritario capacitar recursos humanos de alto nivel que promuevan el desarrollo de la investigación básica y aplicada relacionada con diferentes áreas del conocimiento, y en particular con el área de las Ciencias Naturales. Por lo que es necesario incorporar el desarrollo tecnológico emergente a los nuevos planes de estudios, que permita formar expertos capaces de innovar y generar productos, diseños, procesos y servicios. Estos especialistas contarán con herramientas que les permitan tener ventajas competitivas en la economía, para alcanzar el desarrollo económico sustentable que se requiere en nuestro 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). Este está orientado a la formación de investigadores de alto nivel en áreas multidisciplinarias como son la Biotecnología y Biología Evolutiva. Además, se sustenta principalmente por las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) que cultivan los 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 (EESJ) y Facultad de Ciencias Biológicas (FCB).

La integración de estas fortalece a la planta académica habilitada, integrada por Profesores-Investigadores de Tiempo Completo (PITC)

con el máximo grado de estudios y pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Como resultado de un análisis colegiado entre los PITC de la DES, se identificaron

fortalezas y sinergias, que permitieron crear el PE del DCN en 2010, el cual cumple con los indicadores establecidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

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

Este documento presenta en su justificación, los antecedentes y las características sobresalientes del DCN, así como los problemas a los que se enfrenta y por último las innovaciones disciplinares y académicas que se han propuesto para solventarlos.

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 su inserción en diferentes sectores productivos como son: agropecuario, ambiental, alimentario y farmacéutico, entre otros. Asimismo, la investigación de frontera en Ciencias Naturales se enfoca al entendimiento y solución de las grandes problemáticas ambientales que enfrentamos actualmente como son: la pérdida acelerada de la biodiversidad, el mantenimiento de los servicios ambientales y la mitigación de los efectos que el cambio climático global, tendrá sobre los ecosistemas y la humanidad.

El Plan Institucional de Desarrollo (PIDE 2018-2023) 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 sus programas educativos que atiendan la formación integral de los estudiantes. 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 este año 2019 el programa DCN es reestructurado con base en la normatividad vigente y adecuado bajo el enfoque por competencias.

El PIDE también prioriza la generación de programas y proyectos estratégicos de vinculación interdisciplinarios y transdisciplinarios, articulados a los PE 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.

Organismos como el CONACyT 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 dificultades para el desarrollo y consolidación de los programas educativos de licenciatura y posgrado. En este sentido el DCN pretende formar recursos

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 estado de Morelos. De manera particular la visión de la DES de CN es colocar al estudiante como punto central en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el modelo de competencias, sustentando el proceso en la localidad académica y la pertinencia en la construcción del conocimiento.

Una de las principales fortalezas de la DES es buscar que los egresados que forman los PITC se vinculen con la sociedad y estimulen 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 a nivel social. Además, intenta que el programa sea particularmente cuidadoso con el seguimiento de los estudiantes para asegurar la eficiencia terminal. La integración de este posgrado fortalece la colaboración entre unidades académicas de la DES de CN y permite la colaboración de PITCs de otras DES, maximizando la capacidad de la infraestructura. Este posgrado ofrece condiciones de flexibilidad curricular y movilidad estudiantil, para promover una formación profesional multidisciplinaria que reconozca la necesidad de atender problemáticas sociales desde diferentes perspectivas.

En el 2018, los indicadores han evolucionado de manera positiva, la DES de CN está conformada por una plantilla de 108 Profesores Investigadores de Tiempo Completo (PITC), de los cuales 73 (67.59%) tienen el grado de doctorado y 44 (40.74%) pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Una gran fortaleza del DCN es su Núcleo Académico, conformado por 34 PITC, 30 de los cuales (31.18%) pertenecen al SNI (1 Candidato, 21 en nivel I, 7 en el nivel II y 1 en el nivel III).

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) de CONACyT 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, 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 tutorial con enfoque constructivista, en el que una característica fundamental era la flexibilidad curricular, lo cual permitía la movilidad estudiantil.

En el 2015 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 PE en dos áreas: Biotecnología y Biología Evolutiva y Conservación, contando cada una de estas 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 presentando en forma de tabla los seminarios que conforman los ejes teóricos y de investigación, con su número de horas y créditos correspondientes. Este plan de estudios cubre 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 de profesor, contenidos, método de evaluación y referencias. 6. Se establecieron los requisitos para el ingreso, permanencia y egreso.

La reestructuración curricular 2019 presenta la revisión y actualización del programa vigente, la cual responde al análisis colegiado de los profesores de las unidades académicas de la DES de Ciencias Naturales, tomando como base los lineamientos de diseño y reestructuración curricular aprobados por el Consejo Universitario en marzo de 2018, así como las observaciones y recomendaciones establecidas en la evaluación plenaria del 2015, por el comité de pares académicos del CONACyT para mantener los estándares de calidad y pertinencia, que garanticen su permanencia en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad.

La reestructuración del plan de estudios del DCN incorporó los siguientes puntos:

- a) Requisitos para la continuación de la beca estudiantil.

- b) En el seminario (anteproyecto), el estudiante conformará su comité tutorial 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.
- c) Envío del artículo derivado de la tesis entre el quinto y séptimo semestre.
- d) Se podrán integrar profesores externos (SNI I a emérito) como directores de tesis, hasta un 10% del total de los profesores que conforman en 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).

3. FUNDAMENTACIÓN

La reforma curricular y los planes de estudio del DCN se sustentan en las tendencias actuales de 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 requieren para dimensionar la importancia de la investigación científica. En la fundamentación de esta reestructuración del programa del DCN, se consideran 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.

1.1 Fundamentos de política educativa

La comunidad internacional ha adoptado de la Agenda Mundial de Educación 2030 el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4), el cual basado en los derechos humanos tiene el propósito de garantizar el disfrute pleno del derecho a la educación como catalizador para lograr un desarrollo sostenible. Subrayando que, por su carácter de derecho habilitante, la educación es un instrumento poderoso que permite a los ciudadanos que se encuentran social y económicamente marginados salir de la pobreza y participar plenamente en la vida de la comunidad. Además de que los instrumentos normativos de las Naciones Unidas y la UNESCO estipulan obligaciones jurídicas internacionales que promueven y desarrollan el derecho de cada persona a disfrutar del acceso a la educación de calidad. En este mismo sentido, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) menciona que en una economía global regida por el conocimiento, los países necesitan sentar los fundamentos en la educación universitaria que permitan: generar innovación, 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, 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.

Particularmente, para México uno de los sectores prioritarios, en el nuevo gobierno, es el sector educativo. El Plan Sectorial de Educación 2018-2023 y el PIDE- UAEM 2018-2023 señalan que la educación debe estar orientada al logro de las competencias bajo el modelo constructivista para con ello alcanzar un desarrollo democrático y social. Por ello, el Gobierno Federal apoyará a las instituciones de educación superior del país que fortalezcan el trabajo académico y de investigación, así como el crecimiento de la oferta en áreas prioritarias para el desarrollo regional y nacional.

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 2019-2024 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 investigadores con relación a su Población Económicamente Activa (PEA). Morelos cuenta con 110 investigadores por cada 100 mil habitantes de su PEA, siendo el promedio nacional de 40 por cada 100 mil.

La cantidad de investigadores y la producción científica por persona empleada que se origina en el Estado de Morelos es similar a la que tienen Estados miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (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 con una Academia de Ciencias local. En 2018, de acuerdo a datos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) el estado registró mil 112 investigadores, lo que representa 3.9% de los investigadores registrados ante el SNI 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 17%.

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 ampliamente las demandas y necesidades de superación académica con el máximo grado de habilitación que generen recursos humanos capacitados para proponer y resolver problemas actuales en las áreas estratégicas mencionadas en los planes nacional y estatal de desarrollo, que impactan en los sectores, agrícola, energético, industrial, alimentario y de salud.

3.2. Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural

Para la UNESCO, la ciencia debe ser un instrumento para erradicar la pobreza y promover el desarrollo sostenible. Donde las innovaciones y los avances científicos y tecnológicos deben reportar beneficios económicos y ofrecer oportunidades únicas para satisfacer las necesidades humanas básicas, proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida. Particularmente las prioridades para esta Organización en el área de Ciencias Naturales son: 1. fortalecer el papel de la ciencia al servicio del desarrollo sostenible fomentando la formulación de políticas y el aumento de las capacidades en materia de ciencia, tecnología e innovación; 2. Promover la educación científica y la formación de docentes en materia de ciencias; 3. Promover el uso sostenible del agua potable; 4. Mejorar la gobernanza, la ordenación y la protección de los océanos y las zonas costeras; y 5. Hacer frente al cambio climático afianzando la base de conocimientos y definiendo medidas eficaces de adaptación y atenuación de los efectos.

El plan de desarrollo nacional señala que en de las políticas económicas es necesario impulsar la investigación, la ciencia y la educación, con un impulso particular al desarrollo sostenible del país. En este mismo sentido, el plan estatal de desarrollo 2019-2024 también señala que se debe fortalecer la educación, la comunicación y la cultura para el Desarrollo Sustentable. Además de mencionar que se requiere consolidar la comunidad de los apoyos para que los investigadores mexicanos puedan abordar problemas

científicos y tecnológicos relevantes que les permitan situarse en la frontera del conocimiento y la innovación.

Como se ha mencionado, la sociedad mundial y nacional demanda el uso sustentable de los recursos naturales permitiendo mejorar el bienestar de la población actual y de sus generaciones futuras, sin comprometer la conservación de los ecosistemas. La población del país se ha incrementado y en consecuencia el consumo de bienes y servicios, esto ha llevado a una profunda modificación de nuestra relación con el entorno natural. Además, existen signos alarmantes de desequilibrio ecológico: una pérdida anual de 500 mil hectáreas de cobertura vegetal, la sobreexplotación de la mitad de las cuencas hidrográficas y la contaminación del aire en las ciudades. La grave modificación del hábitat requiere la aplicación de tecnologías adecuadas para subsanar el deterioro ambiental, hace mayor la necesidad de generar profesionales en el área de ciencias naturales que atiendan esta problemática.

El escenario más adecuado para desarrollar programas de licenciatura y posgrados de calidad que respondan a las demandas de la población en las áreas ambientales y biológicas, es el de la universidad pública, por lo cual, es prioritario apoyarlas. En este sentido, el CONACYT y la SEP, como órganos federales evaluadores y proveedores de recursos económicos, han identificado que una de las dificultades para lograr un desarrollo eficiente y la consolidación de los programas educativos de licenciatura y posgrado, es la desvinculación que existe con la planeación económica del país y sus regiones. 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 consecuente deterioro ambiental, necesidad de uso racional de recursos naturales, disposición final de residuos tanto urbanos como industriales y agropecuarios. Además de que se requiere el uso de tecnologías sustentables para la mitigación de problemas ambientales y de salud, en donde la biotecnología es la base para generar a estas.

Por lo anterior, el presente programa (DCN) forma profesionales con habilidades para proponer soluciones dirigidas a enfrentar los retos referidos a la conservación de los

recursos naturales y el desarrollo biotecnológico en el estado de Morelos y en el país, para lograr la sustentabilidad que se requiere para el futuro.

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, basada en las necesidades ecológicas y la demanda social por preservarse los recursos como una medida para mantener las condiciones de vida del planeta. Desde entonces, esta área de las ciencias biológicas se ha desarrollado de una manera vertiginosa, provocando cambios a nivel global en las políticas de aprovechamiento de los recursos naturales dados por una movilización global a favor del desarrollo sustentable como un mecanismo que garantice la conservación de la biota en todos sus niveles. Esta preocupación parte de reconocer el impacto humano sobre los procesos evolutivos y ecológicos que mantienen la diversidad biológica. En este sentido, se ha fortalecido la necesidad de impulsar una educación básica en biología evolutiva con un enfoque ecosistémico que permita entender y atender los problemas de conservación, y al mismo tiempo, promover estrategias de manejo a distintos niveles: social, biológico y biotecnológico.

Por otro lado, el uso de los recursos naturales por el sector agropecuario y el sector salud, a través de procesos biológicos tecnificados, conduce al surgimiento de la biotecnología, la que a partir de la aparición de la biología molecular, la ingeniería genética, y recientemente de la biología sintética y de sistemas ha evolucionado notablemente generando una revolución en distintas áreas económicas. Actualmente, la biotecnología se define como una actividad multidisciplinaria cuyo sustento es el conocimiento de frontera generado en diversas disciplinas: la biología molecular, la bioquímica, la microbiología, la inmunología, la ingeniería química, y la bioinformática entre otras; mismas que permiten el estudio integral y la manipulación genética de distintos sistemas biológicos. Todo este conocimiento ha impactado positivamente en la calidad de vida de las personas y ofrece nuevas oportunidades en las áreas de diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades.

Con el advenimiento de las técnicas de secuenciación masiva de los ácidos nucleicos, en el inicio de este siglo, se impulsó el desarrollo de las ciencias genómicas. El estudio integral de los genomas de diversos organismos y la manipulación de los sistemas biológicos, busca hacer un uso inteligente y respetuoso de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnologías eficaces, limpias y competitivas, que facilitan la solución de problemas importantes en sectores tales como la salud, el agropecuario, el industrial y el del ambiente. A partir del año 2000, la secuenciación masiva incluye además de los genomas el estudio de otras moléculas que se integran en la llamada ciencias ómicas entre las que se incluyen: la metagenómica, la transcriptómica, la proteómica, la metabolómica, entre otras. Impactando a distintas áreas del conocimiento de las ciencias naturales, incluidas las líneas que están contenidas en el DCN. Las cuales se centran en resolver problemas desde el punto de vista biotecnológico. Estos avances conducen al desarrollo de sistemas de diagnóstico de modificación del medio ambiente y de estudios de diversidad de poblaciones, así como en la generación de diagnósticos en el área médica, agropecuaria, etc.

Cabe destacar que desde la inclusión del DCN al PNPC, se contempla el desarrollo de las áreas de biotecnología, biología evolutiva y de conservación para analizar, predecir y proponer estrategias que aborden los problemas locales, nacionales o mundiales. Este desarrollo contempla la actualización de conocimientos y tecnologías emergentes, manteniendo apertura para la incorporación de las nuevas tendencias y desarrollos científicos.

3.4. Mercado de trabajo

Es evidente que los profesionales en el estudio de temas ambientales orientados a mejorar la calidad de vida, tendrán un amplio mercado laboral para desarrollar soluciones creativas y eficientes (e.g. estrategias para la conservación de la biodiversidad, diseño de proyectos de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, desarrollo de aplicaciones biotecnológicas, implementación de proyectos para mantener y valorar correctamente la integridad ecológica de los sistemas naturales y con ello mantener los

servicios ambientales), que permitan minimizar el impacto antropogénico en la naturaleza y estimular el crecimiento sustentable de las naciones. Es importante mencionar que la docencia y la investigación en Ciencias Naturales se encuentran vinculadas, lo que permite la formación integral de nuestros estudiantes, quienes se insertarán con facilidad a los sectores mencionados con anterioridad.

El DCN tiene como propósito la formación de investigadores 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 DCN contempla para sus egresados un mercado laboral emergente, con oportunidades incluso para la generación de mini-empresas que desarrollen estrategias integrales biotecnológicas a problemas de conservación o de la evaluación de la diversidad del estado y del país. La formación de nuestros egresados permite generar proyectos de aplicación inmediata, demandados por instancias públicas, privadas y ONG, atendiendo áreas como: la 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 2018-2024.

El mercado de trabajo que puede satisfacer el egresado del DCN es muy amplio y va a depender de su área y de las LGAC. Algunos sectores a nivel internacional, nacional y estatal donde inciden son: salud, agropecuario, alimentario, energético, productos químicos, ambiental y de desarrollo social.

En el estado de Morelos los sectores agropecuario e industrial tienen gran relevancia a nivel económico, y demandan la incorporación de recursos humanos especializados. Los egresados 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 SADER, INIFAP, SEMARNAT, centros de investigación, universidades, ONG, entre otros.

Los egresados del DCN se han insertado laboralmente en instituciones educativas (CEPROBI-IPN, UACH, UAEM, UNAM) y en la industria del país (FALCON, ULTRAQUÍMIA), también han realizado estancias posdoctorales en instituciones de México (UNAM, IPN, INSP, UAM) y en el extranjero (UNIVERSIDAD DE BARCELONA). Por su desempeño académico algunos han sido reconocidos por el SNI (4 con nivel candidato y 4 con nivel 1).

3.5 Datos de oferta y demanda educativa

En lo referente al posgrado, en los programas sectoriales de educación del país, se han establecido estrategias para ampliar la matrícula de este nivel. En 1990 había 44 mil estudiantes inscritos en un programa de doctorado, apenas 3.6% de la matrícula total de licenciatura; en 2000, la cifra creció a 141 mil estudiantes, 6.8% de la matrícula, 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 doctores por número de habitantes, métrica utilizada en diversos estudios a nivel mundial (ANUIES 2019).

En cuanto a la oferta, de un total de 671 programas de Doctorado de calidad vigentes en el país (www.conacyt.gob.mx, 2019) sólo 90 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. Considerando la entidad federativa donde se ofertan estos programas de Doctorado, destaca la Ciudad de México con 14 programas de doctorado similares al DCN, seguida por el Estado de México con ocho; en Morelos hay otros tres programas de Doctorado similares, mientras que estados vecinos como Puebla y Guerrero tienen tres y uno, respectivamente (Figura 1).

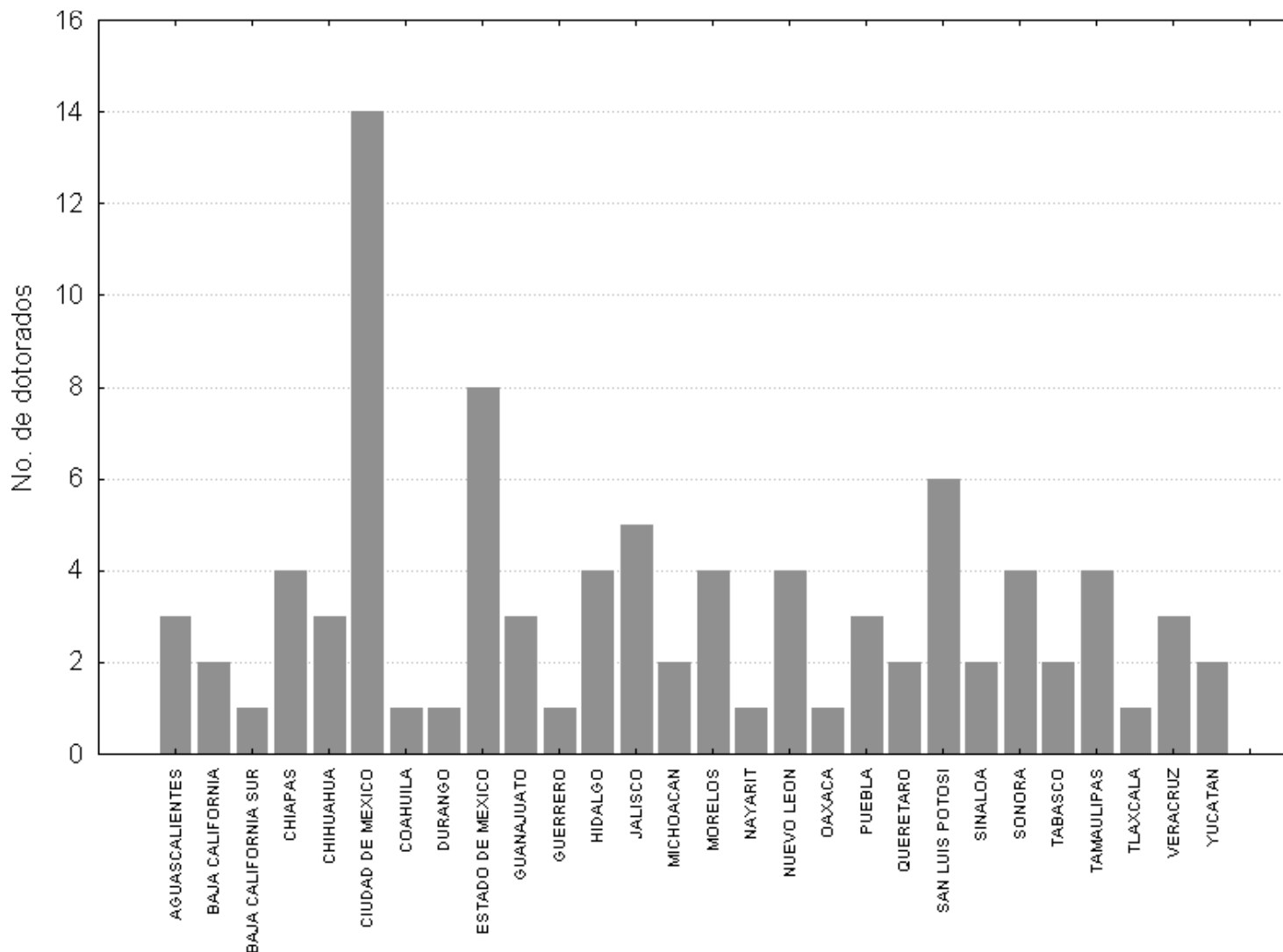


Figura 1. Distribución de Programas de Doctorado similares al DCN por entidad federativa.

En relación con la demanda educativa, de acuerdo con datos de CONACYT, en el semestre enero-junio de 2019 hay 7,679 estudiantes becados estudiando una maestría reconocida por el PNPC en las áreas II Biología y Química y VI Biotecnología y Ciencias Agropecuarias. A nivel regional, destacan la Ciudad de México con 1869 estudiantes de maestría, seguida del Estado de México con 612; por su parte, los estudiantes de maestría en Puebla y Guerrero son 171 y 141, respectivamente (Figura 2). En la UAEM hay 175

estudiantes de maestría becados en las áreas II y VI, de los cuales, 86 están matriculados en los tres programas de maestría de la DES de Ciencias Naturales y la Maestría en Ingeniería Ambiental y Tecnologías Sustentables de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingenierías. 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.

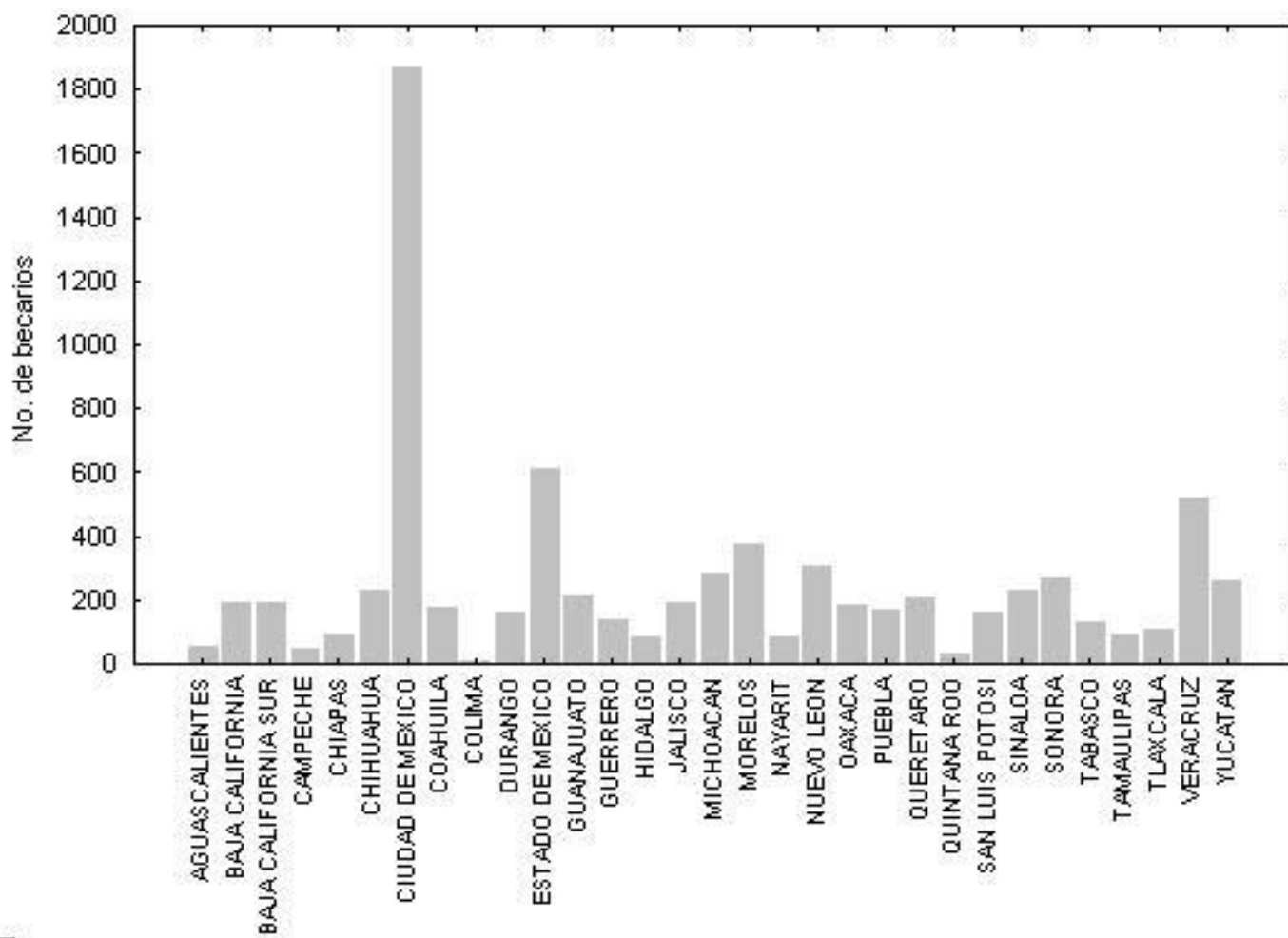


Figura 2. Distribución de los estudiantes becarios inscritos en una maestría reconocida por el PNPC por entidad federativa, semestre enero-junio 2019.

El programa de DCN ha recibido estudiantes de otros estados de la república mexicana como Guerrero, Chiapas, Tabasco, Ciudad de México, Querétaro, San Luis Potosí, Coahuila, Morelia, Zacatecas entre otros. Y procedentes de países como Colombia, Bolivia, Perú, Cuba e India.

3.6. Análisis comparativo con otros planes de estudio

Como se mencionó en el punto anterior, existen 90 planes de estudio (PE) de doctorado similares al Doctorado en Ciencias Naturales reconocidos por el PNPC (www.conacyt.gob.mx, 2019), 20 están en el nivel de reciente creación y solo 15 en el de competencia internacional (Figura 3). Estos 90 PE se muestran en la Tabla 1. En ninguno de ellos se considera la integración de la Biotecnología con la Biología Evolutiva y la Conservación, lo cual dificulta un análisis comparativo. Solo tres PE fueron comparados en virtud de la cercanía temática y las similitudes en las áreas de investigación. Uno de los PE 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 PE fue reconocido recientemente 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) (Tabla 2).

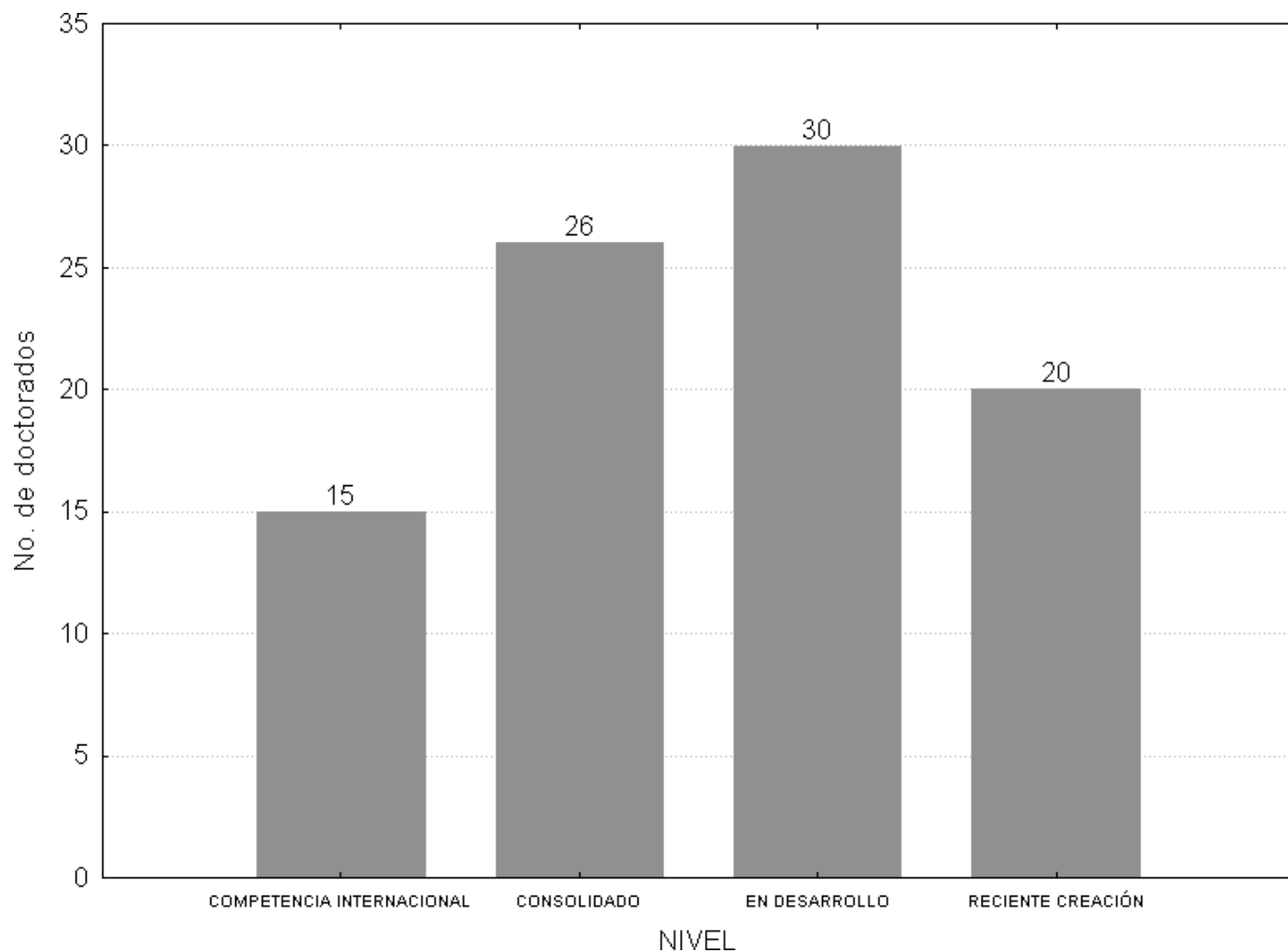


Figura 3. Número de doctorados similares al DCN reconocidos en los distintos niveles del PNPC.

Tabla 1. Programas de doctorado similares al DCN reconocidos por el PNPC-2019

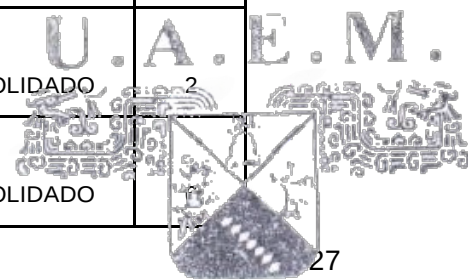
NO	INSTITUCION POSTULANTE	PROGRAMA	NIVEL	AREA S.N.I.
14	BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES	RECIENTE CREACIÓN	6
31	BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA	DOCTORADO EN CIENCIAS (MICROBIOLOGÍA)	EN DESARROLLO	2
72	CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE YUCATÁN, A.C.	DOCTORADO EN CIENCIAS (CIENCIAS BIOLÓGICAS)	COMPETENCIA INTERNACIONAL	2
81	CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA MARINA	CONSOLIDADO	2
91	CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA	DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA VIDA	EN DESARROLLO	2
94	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO AC	DOCTORADO EN CIENCIAS	COMPETENCIA INTERNACIONAL	6
111	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS, S.C.	DOCTORADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL	EN DESARROLLO	2
119	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA EN TECNOLOGÍA Y DISEÑO DEL ESTADO DE JALISCO, A.C.	DOCTORADO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN BIOTECNOLÓGICA	RECIENTE CREACIÓN	6
125	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN LA ESPECIALIDAD EN TOXICOLOGÍA	COMPETENCIA INTERNACIONAL	2
127	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA DE LAS PLANTAS	CONSOLIDADO	6

NO	INSTITUCION POSTULANTE	PROGRAMA	NIVEL	AREA S.N.I.
128	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN FARMACOLOGÍA	CONSOLIDADO	2
151	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD EN BIOTECNOLOGÍA	COMPETENCIA INTERNACIONAL	6
153	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA INTEGRATIVA	EN DESARROLLO	2
169	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN LA ESPECIALIDAD DE BIOQUÍMICA	EN DESARROLLO	2
172	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN LA ESPECIALIDAD DE BIOLOGÍA CELULAR	COMPETENCIA INTERNACIONAL	2
175	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN LA ESPECIALIDAD EN GENÉTICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR	COMPETENCIA INTERNACIONAL	2
200	CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE SC	DOCTORADO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	CONSOLIDADO	2
230	COLEGIO DE POSTGRADUADOS	DOCTORADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES	CONSOLIDADO	6
233	COLEGIO DE POSTGRADUADOS	DOCTORADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS EN EL TRÓPICO	RECIENTE CREACIÓN	6
234	COLEGIO DE POSTGRADUADOS	DOCTORADO EN CIENCIAS EN FITOSANIDAD	COMPETENCIA INTERNACIONAL	6

NO	INSTITUCION POSTULANTE	PROGRAMA	NIVEL	AREA S.N.I.
235	COLEGIO DE POSTGRADUADOS	DOCTORADO EN CIENCIAS FORESTALES	CONSOLIDADO	6
247	COLEGIO DE POSTGRADUADOS	DOCTORADO EN BOTÁNICA	CONSOLIDADO	6
269	EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR	DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA Y DESARROLLO SUSTENTABLE	CONSOLIDADO	2
326	INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.	DOCTORADO EN CIENCIAS	CONSOLIDADO	2
372	INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	RECIENTE CREACIÓN	6
378	INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS QUIMICOBIOLOGICAS	COMPETENCIA INTERNACIONAL	2
404	INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN DESARROLLO DE PRODUCTOS BIÓTICOS	CONSOLIDADO	6
407	INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOPROCESOS	EN DESARROLLO	6
412	INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA	EN DESARROLLO	6
447	INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	DOCTORADO EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES	CONSOLIDADO	2
463	INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA MOLECULAR	COMPETENCIA INTERNACIONAL	2
469	INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES	COMPETENCIA INTERNACIONAL	2

NO	INSTITUCION POSTULANTE	PROGRAMA	NIVEL	AREA S.N.I.
509	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD VICTORIA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA	EN DESARROLLO	2
522	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE EL LLANO AGUASCALIENTES	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA EN PROCESOS AGROPECUARIOS	RECIENTE CREACIÓN	6
561	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA	CONSOLIDADO	6
583	INSTITUTO TECNOLÓGICO TUXTLA GUTIÉRREZ	DOCTORADO EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA	RECIENTE CREACIÓN	6
613	INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	DOCTORADO EN BIOTECNOLOGÍA	EN DESARROLLO	6
708	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE EN ZONAS ÁRIDAS.	RECIENTE CREACIÓN	6
709	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROALIMENTARIAS	RECIENTE CREACIÓN	6
711	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA	EN DESARROLLO	6
718	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN AGRICULTURA MULTIFUNCIONAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE	RECIENTE CREACIÓN	6
743	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS	CONSOLIDADO	2
744	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS	CONSOLIDADO	2
813	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y SUSTENTABILIDAD	RECIENTE CREACIÓN	6

NO	INSTITUCION POSTULANTE	PROGRAMA	NIVEL	AREA S.N.I.
822	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA	DOCTORADO EN CIENCIAS	RECIENTE CREACIÓN	2
849	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ	DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS	EN DESARROLLO	2
931	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES	EN DESARROLLO	2
942	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS EN EL ÁREA DE: A) CIENCIAS AGRÍCOLAS, B) CIENCIAS AMBIENTALES, C) CIENCIAS PESQUERAS, D) CIENCIAS ZOOTÉCNICAS Y VETERINARIAS	EN DESARROLLO	6
965	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES	CONSOLIDADO	2
1028	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA	CONSOLIDADO	6
1029	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN	DOCTORADO EN CIENCIAS	COMPETENCIA INTERNACIONAL	2
1092	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS	EN DESARROLLO	2
1111	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO	DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS	EN DESARROLLO	2
1129	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS	RECIENTE CREACIÓN	6
1147	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES	CONSOLIDADO	2
1164	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOPROCESOS	CONSOLIDADO	



NO	INSTITUCION POSTULANTE	PROGRAMA	NIVEL	AREA S.N.I.
1187	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ	DOCTORADO EN CIENCIAS FARMACOBIOLOGICAS	EN DESARROLLO	2
1205	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA	DOCTORADO EN BIOTECNOLOGÍA	CONSOLIDADO	6
1234	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS	RECIENTE CREACIÓN	2
1246	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TAMAULIPAS	DOCTORADO EN CIENCIAS SISTEMAS AGROPECUARIOS Y MEDIO AMBIENTE	EN DESARROLLO	6
1250	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TAMAULIPAS	DOCTORADO EN ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES	EN DESARROLLO	2
1265	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS	EN DESARROLLO	2
1296	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN	POSGRADO INSTITUCIONAL EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES TROPICALES (DOCTORADO)	COMPETENCIA INTERNACIONAL	6
1329	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES	EN DESARROLLO	2
1332	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES	EN DESARROLLO	2
1333	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN	CONSOLIDADO	2
1361	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES	CONSOLIDADO	6
1385	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES	CONSOLIDADO	2

NO	INSTITUCION POSTULANTE	PROGRAMA	NIVEL	AREA S.N.I.
1420	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS	DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL	EN DESARROLLO	6
1465	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA	DOCTORADO EN BIOTECNOLOGÍA	COMPETENCIA INTERNACIONAL	6
1484	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD	CONSOLIDADO	2
1505	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA	EN DESARROLLO	6
1522	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA	DOCTORADO EN BIOLOGÍA EXPERIMENTAL	CONSOLIDADO	2
1547	UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES	RECIENTE CREACIÓN	2
1570	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOSISTEMÁTICA, ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y AGRÍCOLAS	EN DESARROLLO	2
1602	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS	COMPETENCIA INTERNACIONAL	2
1637	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOSISTEMÁTICA, ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y AGRÍCOLAS	EN DESARROLLO	2
1679	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	DOCTORADO EN BIOCIENCIAS	RECIENTE CREACIÓN	2
1781	UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO	DOCTORADO EN BIOCIENCIAS	RECIENTE CREACIÓN	6
1833	UNIVERSIDAD DE SONORA	POSGRADO EN BIOCIENCIAS	EN DESARROLLO	2

NO	INSTITUCION POSTULANTE	PROGRAMA	NIVEL	AREA S.N.I.
1840	UNIVERSIDAD DE SONORA	DOCTORADO EN CIENCIAS (QUÍMICO BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD)	EN DESARROLLO	2
1914	UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA Y MANEJO DE SISTEMAS TROPICALES	EN DESARROLLO	2
1929	UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y ECOLOGÍA	RECIENTE CREACIÓN	2
1962	UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO	PROGRAMA INSTITUCIONAL DE DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS	CONSOLIDADO	6
2000	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD	RECIENTE CREACIÓN	2
2114	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS	COMPETENCIA INTERNACIONAL	2
2177	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PACHUCA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA	EN DESARROLLO	6
2191	UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA, A.C.	DOCTORADO EN BIOTECNOLOGÍA	RECIENTE CREACIÓN	6
2211	UNIVERSIDAD VERACRUZANA	DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA	CONSOLIDADO	6
2390	UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA EXPERIMENTAL	RECIENTE CREACIÓN	2

Tabla 2. Comparación entre las actividades académicas y número de créditos entre el Doctorado en Ciencias Ecología y Biotecnología de la Universidad Veracruzana, el Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAM y el Doctorado en Ciencias Naturales de la UAEM (versión reestructurada).

Doctorado/ Actividades	Doctorado en Ciencias en Desarrollo en Productos Bióticos IPN	Doctorado en Ciencias Biológicas UAM	Doctorado en Ciencias Naturales UAEM	Doctorado en Ciencias en Ecología y Biotecnología, Universidad Veracruzana, UV
Créditos	102	480	135	303
Duración	48 meses	48 meses	48 meses	48 meses
Actividades académicas	3 Asignaturas obligatorias 6 Asignaturas Optativas 8 Seminarios Disertación y defensa de tesis	6 Seminarios 9 Trabajo de Investigación 3 Seminario de redacción de tesis 1 Trabajo aceptado para su publicación. Preexamen doctoral Disertación y defensa de la tesis.	7 Seminarios temáticos 7 Seminarios de investigación Examen de permanencia 1 Trabajo aceptado para su publicación Examen predoctoral Disertación y defensa de la tesis.	7 Asignaturas optativas 5 Asignaturas obligatorias 8 Proyectos de tesis 1 Proyecto de tesis final

El DCN promueve el trabajo interdisciplinario mediante la interacción entre las LGAC y seminarios, la conformación de comités tutorales y el fomento a la realización de proyectos interdisciplinarios dirigidos por investigadores de alto nivel académico, miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y con Perfil Deseable (PRODEP-SEP). En comparación con los posgrados en el área de Biología registrados en el CONACYT, el programa del DCN de la DES de CN de la UAEM tiene las siguientes características:



1. Favorece el intercambio de experiencias con profesionales e investigadores de las Ciencias Naturales de diferentes dependencias e instituciones de educación superior.
2. Prioriza los criterios de calidad académica y científica para el ejercicio profesional de las Ciencias Naturales.
3. Responde a las necesidades y demandas de los sectores: ambiental, agrícola y de salud del estado de Morelos, sin soslayar los problemas de índole nacional.
4. Permite la revisión y actualización permanente de contenidos, en función de las necesidades de los estudiantes que ingresan al DCN.
5. Contempla la flexibilidad curricular:
 - a. Elimina la seriación en los seminarios.
 - b. Incorpora modalidades de enseñanza-aprendizaje, como el constructivismo y el sistema tutorial, que permite la formación individualizada del estudiante al trabajar directamente con su comité tutorial. Además, se promueve la realización de estancias en otras instituciones, asistencia y participación en congresos, simposios y coloquios, entre otros.
 - c. Fomenta la movilidad académica del estudiante hacia otras unidades académicas de la UAEM y otras instituciones educativas nacionales y extranjeras.
 - d. Fomenta estancias académicas y de investigación para estudiantes y profesores en sectores productivos y académicos, entre otros.
 - e. Permite que docentes de otras unidades académicas nacionales e internacionales apoyen los procesos de formación de los estudiantes, colaborando en la impartición de seminarios, recibiendo estudiantes en sus instituciones y formando parte de los comités tutorales.
 - f. Contempla la posibilidad de que investigadores nacionales y extranjeros realicen estancias posdoctorales en relación con las LGAC de este posgrado.

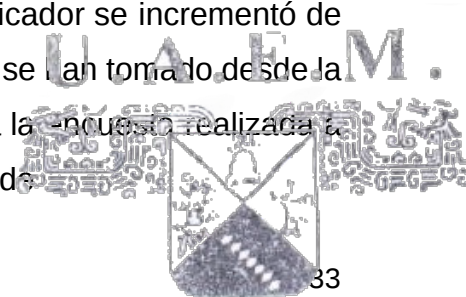
3.7. Evaluación del programa educativo a reestructurar

a) Evaluación Interna

La formación multidisciplinaria de los estudiantes del DCN ha permitido incrementar la capacidad de generar saberes que respondan a las problemáticas actuales. El DCN favorece la formación integral de sus estudiantes a través de un proceso consciente y de carácter continuo que transite gradualmente hacia lo interno, hacia la adquisición de experiencias en términos de valores y hacia la autodirección. Los estudiantes del DCN, son acompañados a lo largo de la trayectoria académica por el director de tesis y comisiones académicas quienes los orientan y ayudan a resolver problemas de tipo académico. Esto contribuye en el incremento de la eficiencia terminal y retención de los estudiantes.

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 Internacionales y la firma de convenios con Instituciones educativas extranjeras (Universidad Leiden de Países Bajos, Montpellier, Francia, etc.). El DCN promueve la movilidad estudiantil y académica 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. Sin embargo, la falta de recursos financieros para movilidad, estancias y asistencia a eventos académicos afecta la consolidación de la cooperación interinstitucional con el extranjero.

Desde su creación en el 2010 y hasta septiembre de 2018, el DCN cuenta con una matrícula total de 106 estudiantes, es decir, tiene un ingreso promedio de 10 estudiantes por año. Hasta ahora sólo cinco estudiantes han causado baja por no cumplir con las actividades académicas contempladas en el plan de estudios. Del total de estudiantes, 33 han obtenido el grado de doctor, de los cuales 29 se han graduado en tiempo, lo que indica una eficiencia terminal del 55%. Pero vale la pena resaltar que este indicador se incrementó de 50% en el 2015 a 78% en el 2019, gracias a diversas acciones que se han tomado desde la Comisión Académica. Otro aspecto a resaltar es que, de acuerdo a la encuesta realizada a los egresados en el 2018, el nivel de satisfacción por sus estudios de



doctorado es alto (100%), ya que consideran que los conocimientos, habilidades y competencias adquiridas durante el doctorado han sido útiles y son aplicadas 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 los estudiantes de todos los procesos académicos que realizan, y los apoyos económicos para que los estudiantes puedan llevar a cabo movilidades, tanto nacionales como internacionales.

La DES de CN está conformada por una plantilla de 108 Profesores Investigadores de Tiempo Completo (PITC), de los cuales 73 (67.59%) tienen el grado de doctorado y 44 (40.74%) pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). En lo que respecta a los Cuerpos Académicos (CA), la DES cuenta actualmente con 20, 10 en el nivel consolidado, 5 en consolidación y 5 en formación. Una de las fortalezas es que la DES de CN cuenta con CA formados por PITC adscritos a otras Unidades Académicas lo que contribuye a la vinculación al interior de la UAEM. Seis CA son compartidos por dos o tres Unidades Académicas, tres de los cuales son consolidados y dos están en consolidación, y tres más se han formado con PITC adscritos a Unidades Académicas de otras DES en la UAEM. Una gran fortaleza del DCN es su núcleo básico de profesores, conformado por 33 PITC, 30 de los cuales (90.9%) pertenecen al SNI (1 Candidato, 21 en nivel 1, 7 en el nivel 2 y 1 en el nivel 3).

Pese a estos indicadores de capacidad académica, uno de los indicadores a atender son los procesos de formación de los docentes en el esquema del trabajo en competencias, así como de tutoría para la realización de trabajos colegiados. Cerca del 50% de 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 PE de Doctorado.

La Comisión Académica del DCN, se reúne cada semana, con el fin de analizar las áreas de oportunidad en cuestión administrativa y académica. Se consta de una lista de acuerdos y acciones a realizar. En la reestructuración del DCN del 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 los PITC con relación a las LGAC que sustenta el programa y que son parte fundamental del plan de estudios. Una vez concluido este análisis, se hace la revisión total del PE.

Cumpliendo con esta meta, en 2019 la Comisión realizó una revisión del documento y se reestructura el plan de estudios del DCN, incorporando los siguientes puntos: a) Requisitos para la continuación de la beca estudiantil; b) Incorporar el tutorial 0 durante el primer mes del primer semestre; c) Envío del artículo derivado de la tesis entre el quinto y sexto semestre; d) Se podrán 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 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 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 PE2019, 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 del 2020 hasta finales del 2021. La modificación de este requisito de permanencia en el plan de estudios pretende mantener la calidad de la formación académica de las y los estudiantes, así como de los proyectos de tesis y artículos derivados de éstos.

b) Evaluación Externa

La evaluación plenaria por pares académicos del CONACYT en el 2015 tuvo observaciones principalmente en los rubros de seguimiento de egresados y vinculación con la sociedad. A continuación, se presenta a manera de tabla dichas observaciones y cómo se han atendido por el DCN (Tabla 3).

Tabla 3. Atención y cumplimiento de las recomendaciones y juicios de valor emitidos en la evaluación del programa en 2015.

Dictamen de la evaluación plenaria de CONACYT	Cómo se atendió por el DCN y por la UAEM
3.6 ¿El programa cuenta con una organización que permita la superación académica del núcleo básico? EVALUACIÓN: NO CUMPLE JUICIO DE VALOR: No se encontró evidencia que lo demuestre la superación académica en el contexto de cursos para obtener habilidades, competencias y actualización disciplinar. Además falta un programa que implemente estrategias para elevar el nivel de los profesores dentro del SNI.	El PIDE UAEM 2019-2023 contempla un objetivo sobre la capacidad académica enfocado a consolidar la habilitación y capacitación del personal docente y como metas al 2023 que el 30% de los PITC esté en el SNI nivel II y el 10% en el SNI III, por lo que se contemplan políticas institucionales para lograr esas metas. La UAEM promueve la participación de los PITC en las convocatorias nacionales o internacionales para financiamiento así como estancias sabáticas y de investigación y cursos de actualización.
4.4. ¿Existe un equilibrio en la relación estudiante / profesor o graduado / profesor en cada LGAC? EVALUACIÓN: NO CUMPLE JUICIO DE VALOR: No hay equilibrio. Hay una desproporcionalidad en el número de estudiantes hacia el tema de las LGAC del tema de biotecnología con respecto a las otras dos.	El plan de estudios aprobado en el 2015, contaba con 2 áreas de conocimiento, cada una con 2 LGAC, 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. Se definieron de la siguiente manera: Área de Biotecnología (LGAC: Producción de Moléculas Bioactivas y Biorremediación). Área de Biología Evolutiva y Conservación (LGAC: Biología Evolutiva y Manejo de Recursos).

Dictamen de la evaluación plenaria de CONACYT	Cómo se atendió por el DCN y por la UAEM
	Naturales).
11.3 ¿Con base en estudios de satisfacción y de seguimiento de egresados, considera adecuada la evolución y pertinencia del programa de posgrado? EVALUACIÓN: NO CUMPLE JUICIO DE VALOR: No se tiene evidencia de un programa de seguimiento de egresados.	Se realizó una encuesta electrónica a los egresados del DCN. Los resultados muestran que los egresados consideran que los conocimientos, habilidades y competencias adquiridas durante el doctorado han sido útiles y son aplicados en su desarrollo profesional. Se han insertado en los sectores empresarial y académico, destacando que el 21% pertenecen al SNI.
11.6 ¿El programa mantiene una comunicación constante con sus egresados y organiza actividades académicas con ellos? EVALUACIÓN: NO CUMPLE JUICIO DE VALOR: No existe evidencia de que exista una comunicación constante con sus egresados. No se cuenta con una comunicación con los egresados, debido a que las dos primeras generaciones egresaron recientemente (principios y mediados del 2015), aún no se cuenta con dicha comunicación o reconocimiento académico ni datos de productividad y contribución al trabajo profesional.	Se organizó el Primer Congreso de Egresados del DCN realizado el 07 de septiembre del 2018, en el cual participaron 23 egresados. Este evento permitió actualizar el directorio de egresados para mantener comunicación constante con ellos.
11.7 ¿El programa mantiene comunicación constante y de colaboración con los sectores de la sociedad que emplean a sus egresados? EVALUACIÓN: NO CUMPLE JUICIO DE VALOR: No mostraron evidencias.	En una primera fase se envió una encuesta electrónica a los empleadores y actualmente se está en espera de las respuestas para su análisis y retroalimentación. Además, se contempla invitarlos a participar en el congreso anual de estudiantes.

Dictamen de la evaluación plenaria de CONACYT	Cómo se atendió por el DCN y por la UAEM
14.1 ¿Se describen y son adecuados los mecanismos de vinculación con objetivos, contenidos y acciones con los sectores de la sociedad? EVALUACIÓN: NO CUMPLE JUICIO DE VALOR: Aunque se señalan vínculos con otras instituciones no se anexaron evidencias. Existe una carencia de un documento normativo al respecto que incluya objetivos, contenido y acciones para vinculación con la sociedad.	El PIDE 2019-2023 contempla un eje estratégico de vinculación y extensión de la UAEM, el cual tiene como objetivo fortalecer y ampliar la vinculación de la universidad con el sector público, privado y con la sociedad en general, así como extender los servicios universitarios con el propósito de coadyuvar en la formación profesional de los estudiantes y tener un impacto en la transformación de la sociedad. El DCN estará apegado a dichos documentos normativos con el propósito de contribuir a los indicadores ahí planteados. El DCN tiene vinculación con instituciones académicas nacionales (CIATEC Jalisco, UASLP, IBB- UNAM, INIFAP, Junta Local de Sanidad Vegetal de Caña de Azúcar y Granos Básicos, Fundación Produce Puebla, CONANP) e internacionales (Universidad Nacional de Colombia, Kefrelsheikh University Egipto, Universidad Colegio Mayor Dinamarca, Universidad de Antioquía Colombia, Universidad de Concepción Chile, Aix-Marseille Université Francia, Srm Institute of Science and Technology India)
14.2 ¿Se presentan los resultados y beneficios de las acciones de vinculación con los sectores de la sociedad (Colaboración e intercambio académico, consultorías, servicios, proyectos (salud, desarrollo regional, etc.), desarrollos tecnológicos) del programa? EVALUACIÓN: NO CUMPLE JUICIO DE VALOR: Se tienen más de 300 convenios con diversos sectores de la sociedad,	Se ha conformado una base de datos que incluye los proyectos de intercambio académico, consultorías, desarrollos tecnológicos, etc, que involucran a los PITC del DCN, así como los resultados e impacto de dichos proyectos. Los investigadores integrantes del DCN participan en convenios (PROCOCES, PROCER, Convenio de Co-administración de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla) los cuales



Dictamen de la evaluación plenaria de CONACYT	Cómo se atendió por el DCN y por la UAEM
pero no se tiene la evidencia de dichos resultados; aunque sí existe intercambio académico pero no existen proyectos en el sector regional.	están dirigidos a beneficiar a los habitantes de la región, particularmente aquellas comunidades incluidas en esta área.
14.3 ¿Son adecuados los resultados de vinculación del programa con los sectores de la sociedad? EVALUACIÓN: NO CUMPLE JUICIO DE VALOR: Dado que no existenevidencias para este indicador, no se conocen los beneficios derivados del P.E.	Los profesores que participan en el NA trabajan en regiones como la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla y en el Corredor Biológica Chichinautzin, en donde han desarrollado diversos proyectos de investigación generando tesis de licenciatura (25), de maestría (11), de doctorado (4), y artículos (32)
¿Se describen los mecanismos de financiamiento con objetivos, contenidos y acciones con los sectores de la sociedad? EVALUACIÓN: NO CUMPLE JUICIO DE VALOR: No se presentó un documento y/o evidencias al respecto.	Depende de dónde provengan los recursos para la vinculación social se consideran los objetivos, contenidos y acciones, por ejemplo si es de un proyecto financiado por CONACyT, FUENTES FEDERALES, ETC. PROCODES, PROCER, Convenio de Co-administración de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.
15.3 ¿Se cuenta con un presupuesto asignado específicamente a vinculación? EVALUACIÓN: NO CUMPLE JUICIO DE VALOR: No existe un documento y/o evidencia que lo indique.	A través de fondos extraordinarios como PFCE, proyectos individuales de los PITC se han conseguido recursos para movilidad estudiantil y de PITCs, la firma de Convenios, la conformación de redes temáticas CONACYT.

4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

La modalidad en la que se cursa el programa de DCN es escolarizada presencial con orientación a la investigación, con una duración de 8 semestres. El mapa curricular consta de 135 créditos en el que no existe la seriación de unidades de aprendizaje, está conformado por un eje de formación teórico y un eje de investigación, ligados a 2 LGAC a través de un sistema de tutorías que garantiza la adecuada formación multidisciplinaria del estudiante en beneficio de la sociedad, con la participación de 3 Centros de Investigación y una Facultad. 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 de los estudiantes, se centra en 2 distintas modalidades de enseñanza: seminarios teóricos y seminarios de investigación. El estudiante obtiene su grado al cubrir todos los créditos y contar con un artículo aceptado o publicado en una revista indizada, asimismo debe lograr una calificación aprobatoria de un jurado al que presentó de forma oral y escrita los resultados de un trabajo de investigación original (tesis).

5 OBJETIVOS CURRICULARES

5.1. Objetivo general

Formar doctores especializados en procesos biotecnológicos, evolutivos o de conservación de recursos naturales, capaces de realizar investigación científica de alta calidad y formar recursos humanos a través del desarrollo de habilidades y del conocimiento teórico y experimental, lo que les permitirá proponer soluciones a problemas relacionados con el área de las ciencias naturales, tanto a nivel nacional como internacional.

5.2. Objetivos específicos

- Adquirir conocimientos de frontera en las áreas de Biotecnología o Biología Evolutiva y Conservación que les permitan desarrollar capacidades y habilidades para participar, colaborar o dirigir grupos de investigación.
- Desarrollar proyectos de investigación en las áreas de Biotecnología o Biología Evolutiva y Conservación que generen conocimiento original y su divulgación a través de artículos científicos y reuniones académicas.
- Formar recursos humanos capaces de generar proyectos de investigación que promuevan la colaboración académica con grupos de investigación nacional e internacional.

5.3. Metas

- Incrementar las colaboraciones con los sectores de investigación, educativo e industrial y otros sectores de la sociedad, que contribuyan a generar publicaciones científicas, materiales de difusión y patentes.
- El 100% de los recursos humanos habrán adquirido conocimientos y habilidades para desarrollar investigación básica y aplicada en las áreas de Biotecnología, biología evolutiva y conservación.

- El 100% de los estudiantes del programa habrán realizado una o más actividades de difusión en foros científicos.
- Mantener una eficiencia terminal mínima del 50 %.
- Fomentar las actividades de docencia, investigación y movilidad de estudiantes vinculadas a convenios intra e interinstitucionales que favorezcan el desarrollo de los proyectos de investigación de los estudiantes.

6. PERFIL DEL ESTUDIANTE

6.1. Perfil de ingreso

El aspirante a ingresar a este programa deberá:

CONOCIMIENTOS

- Contar con conocimientos de una maestría en áreas afines con las Ciencias Naturales.
- Contar con conocimientos disciplinares en la LGAC en que se realizará el proyecto de investigación.

HABILIDADES

- Contar con habilidades para desarrollar trabajo experimental en el laboratorio o en el campo.
- 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.
- Contar con la comprensión de lectura del idioma inglés.

VALORES

- Mostrar una actitud con alto sentido de responsabilidad, ética, compromiso y motivación.
- Tener pensamiento crítico y argumentación con bases científicas.
- Mostrar respeto por el entorno social y por los recursos naturales.

6.2. Perfil de egreso

A lo largo del Doctorado, se buscará que los estudiantes desarrollen las siguientes competencias:

6.2.1 Competencias genéricas

Como parte de la formación de los estudiantes, el proceso de enseñanza y aprendizaje está basado en competencias. De acuerdo al Modelo Universitario de la UAEM se retoman las siguientes competencias genéricas:

Generación y aplicación del conocimiento	Aplicables en contexto
• Capacidad creativa • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad para la investigación • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad crítica y autocrítica	• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad para trabajar de forma autónoma • Capacidad para tomar decisiones. • Capacidad para actuar en nuevas situaciones • Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes • Capacidad para formular y gestionar proyectos.

Sociales	Éticas
• Capacidad para organizar y planificar el tiempo • Habilidades interpersonales • Habilidad para trabajar en contextos culturales diversos	• Compromiso ético • Compromiso con su medio sociocultural y preservación del medioambiente • Valoración y respeto por la diversidad y la multiculturalidad • Compromiso con la calidad

6.2.2 Competencias específicas

CONOCIMIENTOS

- Capacidad para adquirir conocimientos de frontera en las áreas de Biotecnología o Biología Evolutiva y Conservación que les permitan desarrollar capacidades y habilidades para participar y colaborar en grupos de investigación

HABILIDADES

- Habilidad para identificar problemas en los sectores ambiental, agrícola y de salud, que les permitan coadyuvar a la solución de los mismos a través de estrategias de acuerdo a su formación.
- Capacidad de dirigir y formar parte de grupos de investigación en el área de Ciencias Naturales.
- Capacidad para desarrollar proyectos de investigación en las áreas de Biotecnología, Biología Evolutiva y Conservación que generen conocimiento original y de frontera para ser divulgados a través de la generación de artículos científicos y reuniones académicas

VALORES

- Mostrar una actitud con alto sentido de responsabilidad, ética, compromiso y motivación.
- Tener pensamiento crítico y argumentación con bases científicas.
- Mostrar respeto por el entorno social y por los recursos naturales

7. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

7.1 Flexibilidad curricular

El mapa curricular propone los periodos para llevar a cabo las actividades académicas y facilita la flexibilidad del programa. Permite adelantar las actividades académicas de acuerdo al desempeño del estudiante de común acuerdo con el comité tutorial, avalado por la comisión académica del programa. En casos extraordinarios, cuando el estudiante concluye su proyecto de investigación y completa los créditos del programa del DCN, podrá obtener el grado antes de los 4 años. El estudiante podrá cursar un máximo de dos seminarios de investigación por semestre, contando con el aval de su director de tesis y comité tutorial.

Además, la flexibilidad curricular del programa contempla los siguientes puntos:

- a) No hay seriación en los seminarios temáticos.
- b) El plan de estudios posibilita la movilidad académica de estudiantes hacia otras unidades de la UAEM y otras instituciones educativas nacionales y extranjeras, así como la asistencia y participación en congresos, simposios y coloquios, entre otros.
- c) El estudiante puede cursar créditos curriculares en otras unidades de la UAEM y otras instituciones educativas nacionales y extranjeras.
- d) Permite que investigadores de otras unidades académicas nacionales e internacionales apoyen los procesos de formación de los estudiantes, colaborando en la impartición de seminarios, recibiendo estudiantes en sus instituciones y formando parte de los comités tutorales y como directores de tesis.

7.1.2 Movilidad

Dadas las colaboraciones académicas arriba mencionadas, el plan de estudios contempla la posibilidad de que los estudiantes realicen estancias cortas (de acuerdo al reglamento del DCN) con grupos de investigación nacionales o internacionales que participen en colaboración. La movilidad de los estudiantes se logra mediante el acceso a los apoyos financieros obtenidos a partir de diversas instancias (PFCE-SEP, Becas Mixtas de CONACyT, Redes Temáticas y PRODEP; así como por proyectos individuales). Así mismo la UAEM a través del Fondo para el Otorgamiento de Becas de Movilidad Estudiantil de la Secretaría Académica otorga becas de movilidad. El estudiante debe presentar a la Comisión Académica un plan de trabajo de la estancia previamente avalado por el director de tesis. Además, el estudiante debe gestionar un seguro de gastos médicos, informando a su director de tesis.

Los estudiantes deberán presentar avances de sus trabajos en foros (reuniones, congresos, simposios) a nivel nacional e internacional. Al regreso del evento, deberán presentar la constancia de asistencia a la Coordinación del DCN.

En relación a las salidas al campo, tanto el estudiante como el director de tesis deberán informar a la Coordinación del DCN con anticipación, llenando los formatos correspondientes y apegándose a los lineamientos de prácticas de campo de la FCB. Este procedimiento puede realizarse vía correo electrónico.

7.2 Ciclos de formación

De acuerdo con el Modelo Universitario, los ciclos de formación en el posgrado corresponden al enfoque del programa educativo, para el caso del DCN, ésta tiene una orientación de formación hacia la investigación; y el Modelo Universitario que 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 formación: el ciclo básico corresponde al Eje Teórico y el especializado al Eje de Investigación (Tabla 4.)

El DCN, por ser un posgrado en investigación, proporciona al estudiante una formación amplia y sólida en el área de la biotecnología y la biología evolutiva y conservación, buscando desarrollar en el estudiante las competencias y habilidades en estas áreas de conocimiento durante todo el Doctorado 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 metódico 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 en forma de seminarios y conferencias, pero procurando su incidenciasobre la realización del trabajo de tesis. El DCN tiene como finalidad, proporcionar al estudiante una formación 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, la creatividad y la innovación.

7.3 Ejes generales de la formación

El plan de estudios está conformado por dos ejes de formación: Teórico y de Investigación, que complementan la formación del estudiante. Cada eje está constituido por seminarios.

Eje teórico. Consiste en la adquisición de conocimientos básicos que permitan plantear el proyecto de investigación; dicho eje se conforma por dos seminarios temáticos equivalentes a 16 créditos. Los seminarios temáticos son asignaturas que se pueden cursar del primero al séptimo semestre en diferentes instituciones de educación superior acreditadas nacionales o internacionales.

Eje de investigación. Consiste en el desarrollo de un proyecto de investigación que genere conocimiento original y su divulgación a través de artículos científicos y reuniones académicas. Finaliza con el escrito de una tesis y su defensa oral ante un jurado ad hoc para la obtención del grado académico. Este eje se conforma por ocho seminarios de investigación equivalentes a 119 créditos. Los seminarios comprenden: anteproyecto de investigación (sin créditos), estado del arte, metodología, fase inicial, fase de desarrollo, análisis de resultados, integración de resultados y escritura de tesis.

Al inicio del tercer semestre, el estudiante deberá acreditar el examen de permanencia, si no fuese el caso deberá presentarlo por única y última ocasión durante este semestre. El estudiante deberá presentar el examen predoctoral a más tardar en el séptimo semestre.

Tabla 4. Descripción de los ejes de formación del DCN

Eje	1 Semestre		2 Semestre	3 Semestre		4 Semestre	5 Semestre	6 Semestre	7 Semestre		8 Semestre
Teórico	-	-	Seminario Temático*	Seminario Temático*		-	-	-	-		-
Investigación	Investigación	Investigación	Investigación	Examen de permanencia	Investigación	Investigación	Investigación	Investigación	Investigación	Examen predoctoral	Conclusión de la tesis y gestión para la obtención del grado
	Anteproyecto de investigación	Estado del arte	Metodología		Fase inicial	Fase de desarrollo	Análisis de resultados	Integración de resultados	Escritura de tesis		-

* No hay seriación en los seminarios.

El programa está estructurado para cursarse en ocho semestres. Cada semestre tiene una duración de 16 semanas hábiles de estudios.

7.4 Tutorías

La tutoría es una actividad académica que contribuye a la formación integral del sujeto en formación que mejora su rendimiento académico, ayuda a solucionar sus problemas escolares y desarrolla hábitos de estudio, trabajo, reflexión y convivencia social. Mediante la tutoría se estimulan las capacidades, los procesos de pensamiento, la toma de decisiones y se brinda apoyo en el proceso de resolución de problemas y desarrollo de proyectos. En el DCN la tutoría tiene la finalidad de acompañar al estudiante durante la trayectoria, y en su caso, encauzarlo hacia la generación y aplicación del conocimiento. El tutor (director de tesis) asesora y da seguimiento 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 asignar a un PITC del núcleo académico de profesores como director del trabajo de tesis, quien supervisará el desempeño académico del estudiante. Además, se designará un comité tutorial conformado por cinco investigadores, de los cuales tres deberán pertenecer al NA, y al menos uno deberá ser externo a la UAEM. En casos especiales, un estudiante podrá tener un co-director de tesis, previo análisis y autorización de la comisión académica. El director, y en su caso el co-director de tesis, formarán parte de este comité tutorial.

7.4.1 De la selección del director de tesis

El aspirante al DCN deberá seleccionar un director de tesis entre los PITC de la DES de Ciencias Naturales, quien deberá contar con el perfil pertinente que responde a los indicadores establecidos por el CONACYT para un PNPC y deberá ser avalado por la Comisión Académica del DCN. El proyecto de investigación será preparado por el aspirante bajo la supervisión del director de tesis. El proyecto deberá incluir título, introducción, justificación, planteamiento del problema, objetivos e hipótesis, estrategia experimental, bibliografía y cronograma de actividades. Los PITC elegibles de ser directores de tesis miembros del NA, deberán cumplir con una eficiencia terminal de

graduación de sus estudiantes del 50% en 5 años. La revisión del historial del PITC se realizará de los últimos 5 años para recibir nuevos estudiantes, con el aval de la Comisión Académica de Posgrado.

Se podrán integrar profesores externos a la UAEM (SNI I a emérito), como directores de tesis hasta un 10% del total de los profesores que conforman el NA, con el aval de pertinencia por la Comisión Académica de Posgrado.

7.4.2 Procedimiento para la integración de comités tutorales

1. La comisión académica del PE de DCN, a propuesta del director de tesis, designará al comité tutorial del estudiante, que deberá estar conformado por 5 investigadores, de los cuales mínimo tres deberán pertenecer al NA y al menos uno deberá ser externo a la UAEM. Para tener un codirector de tesis será solicitado por el Director de tesis y ratificado por la Comisión Académica Interna con el aval del Consejo Interno de Posgrado, considerando la justificación académica. Dicho aval será entregado por la Comisión Académica Interna al Director de tesis o tesina en un plazo no mayor a diez días hábiles contados a partir de su emisión para que proceda a la notificación del Codirector correspondiente.
2. El estudiante presentará siete evaluaciones tutorales, una por semestre, en casos de que sus avances en el proyecto de tesis lo ameriten, podrá presentar dos, previo aval del director de tesis
3. El comité tutorial será la autoridad máxima a la que el estudiante deberá responder académicamente en todo lo relacionado a su trabajo de investigación. Las funciones del comité tutorial incluyen:
 - a) Apoyar y asesorar al estudiante en la elaboración de su trabajo de tesis.
 - b) Calificar el desempeño académico referente al trabajo de tesis del estudiante durante el periodo correspondiente, en escala de 1 a 10, siendo la calificación mínima aprobatoria aquella establecida en el RGEP, asignándole cada uno de los miembros una calificación numérica en cada rubro señalado en las actas de evaluación
 - c) La calificación final de la evaluación tutorial será el promedio de las calificaciones

otorgadas individualmente por los miembros del comité tutorial.

- d) Reunirse con el estudiante, de forma oficial, en los periodos asignados para la realización de evaluaciones tutorales.
- e) Otorgar el visto bueno al trabajo cuando éste se encuentre debidamente terminado para que el estudiante proceda a la obtención del grado.
- f) El comité tutorial podrá recomendar un mayor número de evaluaciones tutorales sin valor curricular, además de las señaladas en el RGEP.
- g) Se podrá solicitar cambio de proyecto bajo la dirección del mismo director, hasta el segundo semestre, previa autorización del comité tutorial y de la comisión académica. Se podrá solicitar cambio de tutor hasta el tercer semestre, previa autorización del comité tutorial y de la comisión académica.

4. Las responsabilidades del estudiante incluyen:

- a) Coordinar las fechas y horarios para la presentación de las evaluaciones tutorales que deberán realizarse con al menos 3 miembros del comité tutorial, dentro del periodo establecido por la comisión académica.
- b) Entregar un documento escrito con los avances del proyecto de tesis a los miembros del comité tutorial, el cual deberá estar firmado por el director de tesis. Dicho documento deberá elaborarse en no más de 15 cuartillas y enviarse a los miembros del comité tutorial 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 del Conocimiento (LGAC)

El plan de estudios aprobado en el 2015 cuenta con 2 áreas de conocimiento, cada una con 2 LGAC. 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. Se definieron de la siguiente manera:

Área de Biotecnología

LGAC: Producción de Moléculas Bioactivas y Biorremediación

Se realiza Investigación científica integral con especies vegetales de amplio uso en la medicina tradicional de México y con otros organismos como bacterias, hongos y artrópodos. Las investigaciones se realizan utilizando un planteamiento experimental multidisciplinario encaminado a la obtención y producción de nuevos agentes terapéuticos y bioinsecticidas. Asimismo, se utilizan sistemas biológicos para la restauración de sitios contaminados con xenobióticos; en particular microorganismos, así como enzimas, para reducir la contaminación por compuestos tóxicos (hidrocarburos del petróleo, organoclorados o colorantes textiles).

Área de Biología Evolutiva y Conservación

LGAC: Biología Evolutiva y Manejo de Recursos Naturales

Se centra en generar conocimiento científico sobre diferentes facetas y niveles de la diversidad biológica, teniendo como eje unificador a la teoría evolutiva, se analizan los factores que pudieran estar afectando la diversidad genética intra-específica, la permanencia demográfica de las poblaciones y la estructura de las comunidades. A su vez, busca generar información sobre la diversidad biológica y cultural que pueda ser utilizada para promover su aprovechamiento, conservación, restauración y ordenamiento.

7.6 Vinculación

Se cuenta con diversos convenios o colaboraciones con organismos nacionales e internacionales, públicos y privados, donde los propios estudiantes del posgrado en Ciencias Naturales pueden 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) para integrar profesores externos al posgrado y para llevar a cabo proyectos en conjunto como integrantes de comités tutorales. Asimismo, se tienen formalizados un convenio de colaboración entre el Centro de Investigación en Biotecnología y la Universidad de Picardie.



Jules Verne, Francia.

Otras vinculaciones importantes que se han logrado, son las colaboraciones nacionales e internacionales que permiten la formación de recursos humanos de los PITC y de tutorías conjuntas entre los mismos y otros investigadores internacionales. Dentro de ellas se pueden mencionar a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR) e 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 UC-Riverside, Virginia Tech, Universidad Libre de Bruselas, University of Illinois at Chicago, Brigham Young University, Stanford University, Universidad Sorbona, Leiden University, Universidad de Sevilla y Arkansas University entre otros.

El DCN se vincula con diversos sectores sociales, como son los habitantes de comunidades rurales en donde los estudiantes 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 Sustentable (PROCOCODES) 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.

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 CONACyT 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.

8. MAPA CURRICULAR

El mapa curricular presenta los seminarios con sus horas y créditos correspondientes.

Ejes formativos	Seminarios	Horas teóricas H/S/M	Horas prácticas H/S/M	Créditos
Teórico	Temático	4	0	8
	Temático	4	0	8
Investigación	Investigación (Anteproyecto)	-	-	0
	Investigación (Estado del arte)	5	7	17
	Investigación (Metodología)	5	7	17
	Investigación (Fase inicial)	5	7	17
	Investigación (Fase de desarrollo)	5	7	17
	Investigación (Análisis de resultados)	5	7	17
	Investigación (Integración de resultados)	5	7	17
	Investigación (Escritura de tesis)	5	7	17
	Examen de Permanencia			0
	Examen Predoctoral			0
Número total de créditos				135

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

8.1 Ejemplo de la trayectoria de un estudiante

Ejes/ semestres	1er. semestre	2º. Semestre	3er. semestre	4º. Semestre	5º. Semestre	6º. Semestre	7º. Semestre	8º. Semestre
Teórico	LGAC: Biología Evolutiva y Manejo de Recursos Naturales							
	Seminario Temático: Aportes del conocimiento ecológico tradicional para la conservación de la biodiversidad	Seminario Temático: Estadística univariada aplicada	-	-	-	-	-	-
	LGAC: Producción de Moléculas Bioactivas y Biorremediación							
	Seminario Temático: Bioquímica	Seminario Temático: Biología Molecular	-	-	-	-	-	-
Investigación	Seminario de investigación							
	Investigación (Anteproyecto)	Investigación (Estado del arte)	Investigación (Metodología)	Investigación (Fase inicial)	Investigación (Fase de desarrollo)	Investigación (Análisis de resultados)	Investigación (Integración de resultados)	Investigación (Escritura de tesis)
	Estancia de investigación y actividad académica							
			Examen de Permanencia					
					Envío de Artículo			
							Examen predoctoral	Conclusión de la escritura de la tesis y gestión para la obtención del grado
		Actividades extracurriculares						
En el seminario (anteproyecto), el estudiante conformará su comité tutorial 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.								

9. MEDIACIÓN FORMATIVA

La mediación formativa se asume en el Modelo Universitario (2010) 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 y competencias y concretar el proceso formativo del estudiante. 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 este sentido, en el programa de Doctorado en Ciencias Naturales, los responsables de la mediación formativa son el estudiante, el profesor y el coordinador administrativo. En el centro de la mediación formativa se encuentra el estudiante 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.

Por su carácter multidisciplinario estructurado en un eje de investigación y un eje teórico, el profesor del DCN funge como un estratega de la mediación formativa para alcanzar los propósitos de aprendizaje y ejerce diferentes roles tales como: diseñador y planificador, gestor de procesos de aprendizaje, experto y asesor, investigador, colaborador, consejero, además, brinda acompañamiento durante la trayectoria del estudiante.

Por su parte, el Coordinador Administrativo tiene como papel brindar apoyo técnico, administrativo y operativo para que se concreten las situaciones, estrategias y modalidades convenientes para que la formación se lleve a cabo bajo las mejores condiciones.

La mediación formativa dentro del programa de doctorado por su enfoque de investigación está fundamentada en un sistema de tutoría individualizada y es complementado por la participación del Comité Tutorial que garantiza la adecuada formación del estudiante.



Las estrategias de formación para la generación y aplicación del conocimiento en las cuatro LGAC que soportan el programa de DCN contribuyen al aprendizaje de contenidos genéricos y específicos de las disciplinas académicas y de competencias profesionales, permiten la adquisición de un conjunto de estrategias cognitivas y metacognoscitivas que redundan en el desarrollo del potencial del aprendizaje de los estudiantes. En particular, el Doctorado se centra en 2 distintas modalidades de enseñanza: seminarios teóricos y seminarios de investigación y dentro de estos cuentan con las siguientes estrategias de enseñanza:

1. **Estrategias de instrucción cognoscitivas.** De manera general, 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 por autores constructivistas incorporan un conjunto de recursos enfocados a reconocer el nivel de conocimiento previo de los estudiantes, de manera que el profesor pueda ajustar su exposición a los requerimientos de estos, a estructurar de manera lógica el contenido temático, a mantener la actividad intelectual del estudiante, así como su motivación, y sobre todo a supervisar el grado de comprensión de los temas expuestos. Desde esta perspectiva se realizarán dos tipos de actividades, las clases magistrales presenciales, híbridas o virtuales impartidas por profesores y las exposiciones por parte de los estudiantes. Los seminarios temáticos estarán orientados a proporcionar al estudiante 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 materias.
2. **Aprendizaje basado en proyectos.** En general, consiste en el desarrollo de experiencias de aprendizaje que involucren al estudiante 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 estudiante que le llevará a obtener resultados reales generados por el mismo. Trabajar en la perspectiva de proyectos permite que el estudiante 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, de proponer alternativas de solución. Para contribuir al logro de aprendizajes significativos, los casos deben de cubrir características tales como la autenticidad, que la situación problemática requiera de diagnóstico y de solución, que permita aprender cierta información y requiera la formación de algún proceso de conocimiento o de acción, que exprese una situación total e integrada, es decir, que incluya la información y los hechos disponibles. En esta modalidad, el profesor debe de conocer en detalle los estudios de caso antes de presentarlos a los 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 las cuales son actividades de tipo integrador en las que los estudiantes desarrollarán habilidades de comunicación oral y escrita, así como el desarrollo de las capacidades de crítica y síntesis.

4. Elaboración de tesis y artículos científicos en revistas indizadas. Redacción de documentos científicos que describan detalladamente la investigación desarrollada durante su estancia en el doctorado. Esta actividad tiene por objeto que el estudiante desarrolle habilidades.

10.- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Se propone una metodología que responda a las demandas del enfoque constructivista, un currículum flexible, el desarrollo de competencias y la modalidad de aprendizaje situado. 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 estudiante, pues la meta es la promoción explícita de sus capacidades de autorregulación y reflexión sobre su propio aprendizaje. Las rúbricas: su potencial como estrategia para una enseñanza situada y una evaluación auténtica del aprendizaje. Dos de las estrategias de evaluación centradas en el desempeño son: los portafolios y las rúbricas o matrices de valoración.

1) Portafolios son una selección o colección de trabajos académicos que los estudiantes realizan en el transcurso de un ciclo o curso y se ajustan a un proyecto de trabajo dado.

El portafolio permite:

- a) Recopilar información donde se manifiestan los estados de avance de los aprendizajes conceptuales, procedimentales y en la actitud de los estudiantes respecto a la investigación.
- b) Al estudiante, participar en la evaluación de su propio trabajo.
- c) Al docente, elaborar un registro sobre el progreso del estudiante.
- d) Supervisar la evaluación del proceso de aprendizaje de tal manera que se puedan ir introduciendo cambios en él.

A su vez, se pueden utilizar como instrumentos de evaluación tanto la co-evaluación como la autoevaluación.

2) Rúbricas son guías o escalas de evaluación donde se establecen niveles progresivos de dominio o pericia relativos al desempeño que un estudiante muestra respecto de un

proceso o producción determinada. Las rúbricas son estrategias que apoyan al 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.

A manera de ilustración, en la Tabla 5 se reproduce una rúbrica diseñada para la evaluación de presentaciones orales.

Usar rúbricas tiene las siguientes ventajas:

- a) Los docentes pueden aumentar la calidad de su instrucción directa proporcionando el enfoque, el énfasis y la atención en los detalles particulares como modelo para los estudiantes.
- b) Los estudiantes tienen pautas explícitas respecto de las expectativas del docente.
- c) Los estudiantes pueden utilizar rúbricas como herramienta para desarrollar sus competencias.
- d) Los docentes pueden reutilizar las rúbricas para varias actividades.

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

El seminario de investigación se evalúa en su contenido teórico y práctico, considerando el avance del proyecto de investigación. El reporte escrito debe presentarse en no más de 15 cuartillas y debe entregarse a los miembros del comité tutorial una semana antes de la

fecha acordada para la presentación del examen. La evaluación final es emitida por el comité tutorial, 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 5.

Tabla 5. Rúbrica para la evaluación de presentaciones orales (Adaptado de Pearson education, 2002).

	<i>Excelente</i>	<i>Muy bueno</i>	<i>Bueno</i>	<i>Regular</i>
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 y poca variación.	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	La presentación es repetitiva con poca o ninguna variación; empleo insuficiente de medios y materiales.

	<i>Excelente</i>	<i>Muy bueno</i>	<i>Bueno</i>	<i>Regular</i>
			propia.	
Material	Empleo balanceado de materiales y multimedia; se usan adecuadamente para desarrollar la tesis expuesta; el empleo de medios es	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	Empleo pobre o ausente de multimedia o uso no efectivo de esta; desequilibrio en el empleo de materiales, demasiado

11. UNIDADES DE APRENDIZAJE

En esta sección se hace una descripción detallada de los contenidos temáticos de los seminarios y se presenta en el Anexo I.

Cada contenido temático especifica el nombre del seminario, número de horas y créditos, tipo de curso, objetivos, perfil del profesor, desglose por unidades, criterios de evaluación y bibliografía, y serán modificados considerando los avances de la ciencia y los desarrollos tecnológicos, la pertinencia del programa, los resultados y las necesidades de vinculación.

Eje teórico

Seminarios temáticos: Consisten en fortalecer el conocimiento específico dentro de la LGAC y la incidencia en el proyecto de investigación. El estudiante debe cursar y aprobar dos seminarios que serán recomendados por el comité tutorial, los cuales pueden ser cursados en otras instituciones de educación superior nacionales o extranjeras. A juicio del comité tutorial, el estudiante podrá cursar seminarios temáticos adicionales sin valor curricular para fortalecer su proyecto de investigación. El contenido de los seminarios temáticos dependerá de las necesidades particulares de cada estudiante cubriendo un mínimo de 60 horas por seminario.

Eje de investigación

Seminarios de investigación: Constan de actividades teóricas y de trabajo de investigación. La parte teórica tiene como objetivo desarrollar en el estudiante habilidades para la exposición, el análisis y la discusión del conocimiento científico, adquirir una actitud crítica sobre éste y tener la capacidad de transmitirlo. El estudiante se relaciona con diferentes disciplinas de las DES o IES que complementan su formación interactuando con cuerpos académicos o grupos de investigación. Esto favorece la movilidad estudiantil en estancias cortas de investigación, grupos de discusión, asistencia a reuniones científicas, discusiones de artículos científicos, impartición de temas dentro de cursos curriculares, o lo que su comité tutorial proponga.

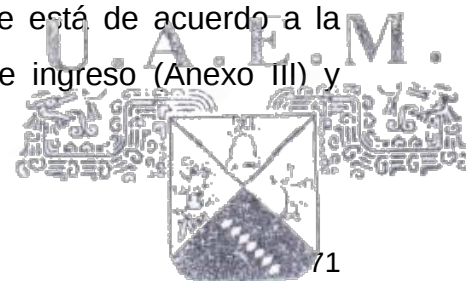
El trabajo de investigación tiene como objetivo que el estudiante desarrolle de manera continua el proyecto de tesis. Éste deberá ser un trabajo de investigación original, que aporte conocimiento básico, aplicado o ambos en el área de las Ciencias Naturales, específicamente en la LGAC elegida. El programa consta de ocho seminarios, sólo siete de ellos con valor curricular (Tabla 3); a sugerencia del comité tutorial podrán realizarse seminarios adicionales sin valor curricular que completen el trabajo del estudiante.

Cada estudiante debe presentar un programa de actividades calendarizadas elaborado con el director de tesis para cubrir cada uno de los seminarios, el cual es avalado por el comité tutorial. Los seminarios de investigación son independientes entre ellos y el estudiante puede acreditar un máximo de 2 por semestre a criterio del comité tutorial.

12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO

12.1 Requisitos de Ingreso

1. Copia del título de maestría en áreas afines, 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 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 del plan de estudios en el que se encuentre inscrito.
2. 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.
3. Presentar carta de solicitud de ingreso, que incluya la exposición de motivos y el compromiso de dedicar tiempo completo a los estudios de posgrado.
4. Presentar *Curriculum Vitae* con documentos probatorios.
5. Entregar dos cartas de recomendación académica.
6. Cubrir los trámites administrativos propios de la UAEM (pago del proceso de selección e inscripción).
7. Presentar documento que acredite el nivel de dominio del idioma inglés (nivel B1 o Toefl IBT, mínimo 45 puntos o Toefl ITP, mínimo 450 puntos). El documento será expedido por instituciones públicas o particulares que cuenten con alguna certificación de la enseñanza de lenguas extranjeras.
Una vez evaluados todos los requisitos, la Comisión Académica del Programa Educativo de Posgrado decide la aceptación o no del candidato al programa del DCN.
8. Acreditar el examen general de conocimientos, mismo que está de acuerdo a la guía de estudios que se genera en cada convocatoria de ingreso (Anexo III) y



representa el 30% de la calificación global del proceso de selección del aspirante. Para ingresar al Programa Académico, el aspirante deberá acreditar el examen de ingreso, el cual consta de dos áreas de conocimiento: Biotecnología o Biología Evolutiva y Conservación.

9. Presentar y aprobar el examen psicométrico aplicado por profesionistas convocados por el DCN.
10. Presentar por escrito y en electrónico un anteproyecto de tesis avalado por un tutor para defender en forma oral ante un Comité, quien en su caso recomienda el ingreso del candidato al posgrado. Deberá de exponer su anteproyecto ante el Comité de Admisión y deberá responder a los cuestionamientos durante su exposición y defensa.
11. Aprobar una entrevista presentada ante la Comisión Académica del Programa Educativo de Posgrado donde se analizarán sus aptitudes y actitudes.
12. Copia del acta de nacimiento, expedida de manera física o electrónica.
13. Presentar el permiso migratorio correspondiente emitido por la autoridad competente, que le permita cursar el posgrado en la UAEM.
14. Identificación oficial con fotografía y la CURP.
15. Carta compromiso firmada por el aspirante donde manifieste que los documentos presentados para su inscripción al posgrado corresponden a sus originales y son legítimos. En dicha carta deberá comprometerse a exhibir los documentos originales en el momento en que lo requiera cualquier autoridad universitaria referida en el presente ordenamiento.
16. Formato firmado por el aspirante donde exprese que ha leído y comprendido los alcances del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM.
17. Para egresados de programas de maestrías PNPC, entregar copia de la carta de liberación de la beca del CONACyT.

12.1.1 Mecanismos de ingreso

1. La Comisión Académica del PE, emite una convocatoria a través de diversos medios de divulgación: posters, trípticos, anuncios insertados en la página electrónica institucional de la UAEM y en la DES de Ciencias Naturales, spots o promocionales transmitidos en Radio UAEM, anuncios en la Gaceta Universitaria, entre otros.
2. El aspirante interesado presentará toda la documentación requerida para registrarse como candidato al programa (solicitud, constancia de comprensión del idioma inglés y demás información requerida en la convocatoria).
3. Realizar el pago correspondiente para ingresar su expediente.
4. Presentar un examen de conocimientos. Para ingresar al DCN, el aspirante deberá acreditar el examen de ingreso, el cual consta de dos áreas de conocimiento: biotecnología o biología evolutiva y conservación (Anexo III).
5. Presentar examen psicométrico en las fechas y lugares establecidos en su momento.
6. Presentar documento original y copia que acredite como mínimo el nivel B1 o Toefl IBT (mínimo 45 puntos) o Toefl ITP (mínimo 450 puntos) para doctorado.
7. La Comisión Académica del Programa Educativo se reúne para analizar los resultados de cada una de las etapas del proceso de selección, con base en la siguiente ponderación se seleccionan a los candidatos con el puntaje más alto que cumplan con la calificación mínima. El porcentaje mínimo para ser aceptado será 80%.

Etapas a evaluar	%
Examen de conocimientos	30
Defensa del anteproyecto de tesis	40
Examen psicométrico	10
Entrevista	20

12.2. Requisitos de permanencia

1. Estar al corriente de los pagos de inscripción y reinscripción en cada período.
2. Obtener una calificación mayor o igual a 8 en todas las materias y no acumular dos calificaciones reprobatorias en el transcurso del Plan de Estudios del Doctorado en Ciencias Naturales.
3. En caso de una calificación reprobatoria el estudiante deberá regularizarse en el siguiente semestre. La calificación final del seminario de investigación es el promedio de las calificaciones asignadas individualmente por los integrantes del comité tutorial.
4. Los seminarios de Investigación deberán ser acreditados con una calificación mínima de 8 en el periodo lectivo correspondiente. En los seminarios de posgrado no existe acreditación mediante exámenes extraordinarios ni a título de suficiencia.
5. El estudiante debe acreditar en el tercer semestre el examen de permanencia.
6. El estudiante deberá enviar un artículo de investigación con los resultados de su proyecto de tesis a partir del quinto semestre y a más tardar en el séptimo semestre.
7. Una vez enviado el artículo de investigación, el estudiante deberá presentar el examen predoctoral a más tardar en el séptimo semestre.
8. Acreditar al menos 2 actividades extracurriculares (asistencia a congresos, artículos de revisión, estancia académica o codirección de tesis de licenciatura).
9. Presentar los seminarios de investigación cada semestre.

En caso de incumplimiento de alguno de los requisitos de permanencia la Comisión Académica de Posgrado recomendará al coordinador del DCN y director de tesis la suspensión de cualquier beca otorgada al estudiante. En caso de controversia, se remite el caso al Consejo Interno de Posgrado.

12.3. Requisitos de egreso

1. Cubrir el total de créditos establecidos en el Plan de Estudios.
2. Realizar un trabajo de investigación original que represente una contribución a una solución innovadora a un problema de investigación de ciencia, de tecnología o de la sociedad.
3. Aprobar el examen predoctoral.
4. Contar con un artículo aceptado o publicado en una revista indizada (JCR y catálogo del Conacyt), que incluya los resultados obtenidos en su trabajo de tesis. El estudiante deberá ser el autor principal (primer autor y/o de correspondencia) y dar crédito al Doctorado en Ciencias Naturales.
5. Cubrir los trámites administrativos establecidos por la UAEM (pagos de certificado de estudio y examen de grado, constancias de no adeudo en biblioteca y contabilidad).
6. Presentar en forma oral y escrita los resultados de su trabajo de tesis y obtener una calificación aprobatoria del Jurado.

12.3.1 Causas de baja

Los estudiantes causarán baja semestral o definitiva de acuerdo con el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM que indican que un estudiante sólo podrá reprobado un seminario durante el período que abarca el doctorado, o bien por incumplimiento de las actividades académicas contempladas en este Plan de Estudios.

En el caso particular del examen de permanencia, el estudiante lo presenta al inicio del tercer semestre y de no lograr acreditarlo en el primer intento, tendrá una segunda oportunidad para aprobarlo, durante el tercer semestre. Si lo reprobó por segunda ocasión, causará baja del programa.

Además, son motivos de baja definitiva:

1. Cuando el estudiante incurra en faltas que dañen la integridad física, ética o profesional de la comunidad universitaria.
2. Cuando de manera deliberada afecten la infraestructura física de la DES de Ciencias Naturales.
3. Cuando se violen las disposiciones establecidas en la Legislación Universitaria.
4. Por deserción del programa debido a diferentes motivos (inasistencias no justificadas por más de tres semanas).

12.3.2 Examen predoctoral

El examen consistirá en la presentación por escrito y la defensa oral del proyecto de investigación, ante un jurado de 5 sinodales designado ex profeso por la Comisión Académica (con un miembro de su comité tutorial, excepto su tutor o co-tutor). Dicho examen es obligatorio y deberá ser presentado una vez que el artículo haya sido enviado a publicación o durante el séptimo semestre (como se especifica en los requisitos de egreso). En caso de no aprobar este examen y a criterio del jurado, el estudiante tendrá una última oportunidad de presentarlo durante el octavo semestre.

12.3.3 Examen de obtención de grado

El examen deberá presentarse y aprobarse, en cumplimiento con los requisitos de egreso, ante un sínodo de siete miembros, de los cuales, cinco son titulares y dos fungen como suplentes, y al menos un miembro externo al programa, no excediendo el 40%. El examen consistirá en la presentación del manuscrito de tesis y su defensa oral.

13. TRANSICIÓN CURRICULAR

Todos aquellos estudiantes inscritos en el doctorado bajo el plan de estudios 2015, quedarán regidos por los lineamientos y particularidades de dicho plan. Las generaciones subsecuentes, quedarán sujetas a las disposiciones descritas en el presente documento reestructurado (2019) una vez aprobado por el Honorable Consejo Universitario.

La modificación curricular de 2022, entra en vigor inmediatamente después de su aprobación por el Consejo Universitario. Se aplicará a las generaciones que ingresaron en enero 2020, septiembre 2020, enero 2021, septiembre 2021, enero 2022 y subsecuentes.

14. CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN

14.1 Recursos humanos

Profesores internos: Son aquellos que pertenecen al núcleo académico, el cual está conformado por 34 PITC (Anexo II). El 94.12 % cuenta con el Reconocimiento al Perfil Deseable que otorga la SEP y el 91.18% con adscripción al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT. Además, los profesores involucrados en la práctica profesional tienen un perfil acorde con el programa. Todos ellos pertenecientes al núcleo básico del DCN, fungen como director de al menos un estudiante.

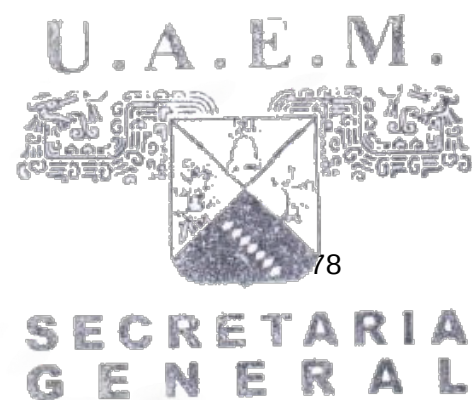
Profesores externos: Son aquellos que pertenecen a otras DES de la UAEM o a otras IES, con el perfil pertinente y que respondan a los indicadores establecidos por el CONACYT para un PNPC. Debe pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores, nivel I, II o III.

14.2. Estructura de la organización operativa

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 manera conjunta los recursos para el posgrado.

Por otro lado, el RGEF vigente establece que para la operación de los PE 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 en el RGEF.

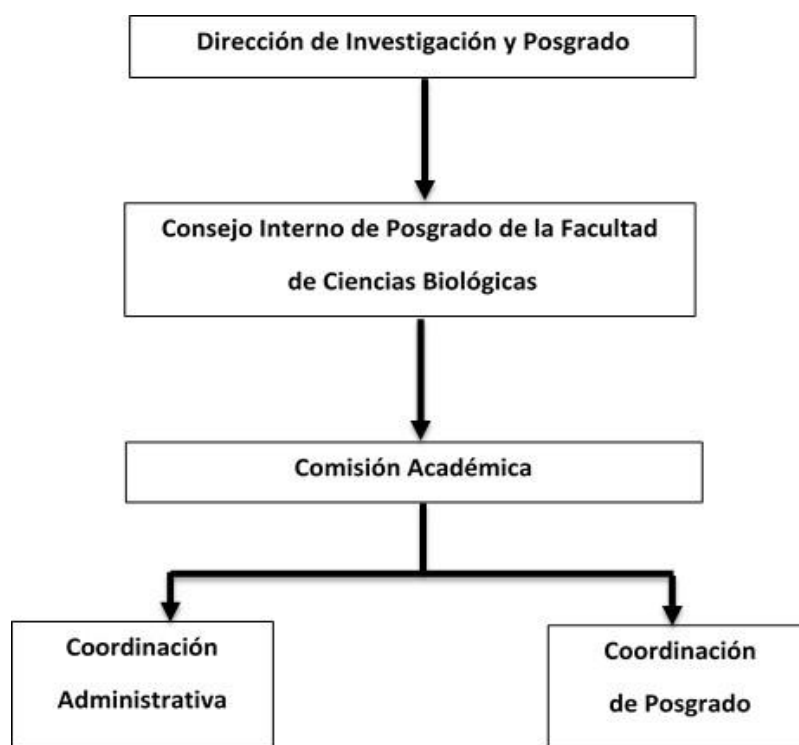


Figura 4. Diagrama de la organización operativa del Doctorado en Ciencias Naturales.

La Coordinación de Posgrado del PE de DCN: El coordinador del posgrado es el representante y responsable del PE del DCN ante las instancias administrativas, vigila todas las actividades académicas relacionadas con el programa del DCN. Esta designación recae en un profesor miembro de la Comisión Académica y a sugerencia de

la misma; y es propuesto por los directores de la DES de CN al Rector de la UAEM, tal y como lo establece el RGEP de la UAEM.

La Comisión Académica del DCN está integrada por: el coordinador de posgrado, los coordinadores de las áreas en Biotecnología y Biología Evolutiva y Conservación, al menos un director y un secretario de centro de las unidades académicas involucradas, un profesor del núcleo académico de cada línea terminal, así como el coordinador administrativo del programa del DCN. La permanencia de los profesores dentro de esta comisión será de tres años, a partir de la fecha de su elección. Esta comisión será ratificada por el CIP de la DES de CN. Las funciones de la comisión, además de las referidas en el RGEP, son las siguientes:

1. Vigilar el desempeño académico de todos los estudiantes 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 los aspirantes.
3. Vigilar de común acuerdo con el director de tesis que se programe la presentación oportuna de los seminarios.
4. Atender a peticiones de carácter académico de estudiantes y profesores, y actuar como órgano de mediación entre las partes en caso de conflicto.
5. Hacer sugerencias de índole académico a estudiantes y profesores del posgrado.
6. Nombrar a los jurados revisores del examen de permanencia, examen predoctoral, tesis y examen de grado, de común acuerdo con el director 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 de Seguimiento los 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.

La Coordinación Administrativa del PE 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 los estudiantes con los trámites administrativos de su posgrado.

14.3. Procedimiento para la resolución de apelaciones

Los procedimientos para la resolución de apelaciones serán los señalados en el RGEP de la UAEM y la legislación pertinente.

14.4 Recursos financieros

El financiamiento para la operación del posgrado proviene de diferentes fuentes. El trabajo experimental de cada estudiante es financiado por proyectos específicos insertados en las líneas de investigación de la DES de CN, los cuales son financiados por la gestión los PITC. El financiamiento proviene de diferentes fuentes como del CONACYT-SEP, organizaciones financiadoras nacionales e internacionales como Santander, BBVA y ECOS-NORD. Asimismo, los programas institucionales como el PRODEP, PFCE son una fuente importante de recursos que ha fortalecido la infraestructura de la DES de CN.

14.5 Recursos físicos, equipo científico

La DES de CN ha gestionado recursos para contar con equipo especializado en espacios en común, por lo que se han logrado acondicionar áreas de trabajo para el desarrollo de las líneas de investigación y por lo tanto, las tesis de los estudiantes de doctorado. A continuación se menciona el principal equipo existente: equipos de HPLC (con detectores de Infrarroja, UV, automatizados y manuales), un cromatógrafo de gases acoplado a masas, espectrofotómetro de absorción atómica, espectrofotómetro de absorción atómica, microscopios estereoscópicos, microscopios compuestos, liofilizadoras, ultracongeladores, incubadores de ambiente controlado, estufas incubadoras, refrigeradores, cuarto decultivo, cuarto de crecimiento de plantas, dos cromatógrafos de gases, espectrofotómetros UV, liofilizadoras, fermentadores *air-lifty* tanque agitado en diferentes volúmenes, termocicladores, centrífugas, ultracentrífuga, congeladores, incubadores de temperaturas controladas, incubadores orbitales, estufas, incubadoras, campanas extractoras, campanas de flujo laminar, refrigeradores, congeladores, cuarto de cultivo, planta piloto, área de recolección de RPBI, tres cuartos de cultivo *in vitro* de plantas, invernadero y cuarto de cultivo para células animales con cámaras controladoras, cuarto de revelado, desionizador de agua destilada y ultra pura, cuarto de biorreactores, cuarto frío, campanas de bioseguridad, autoclaves, termocicladores, microcentrífugas, biofotómetros, agitadores, entre otros. Estos equipos son algunos de los más importantes. Para la mayoría de los equipos, la UAEM contrata servicios para su mantenimiento, con técnicos especializados. Esto garantiza la operación continua de los equipos, para que se realicen los proyectos de investigación satisfactoriamente y por consiguiente se mantenga la eficiencia terminal de los estudiantes.

Cuenta además con tres centros de cómputo, los cuales cuentan con 40 computadoras conectadas a internet, además de los servicios básicos como impresoras multifuncionales. La DES también ha logrado mantener tres bibliotecas que proporcionan el servicio a profesores y estudiantes del posgrado. Se cuenta con más de 2500 libros. Además la UAEM tiene un contrato con el Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRYCYT) por lo que tiene acceso a las principales bases de datos de publicaciones científicas a nivel mundial.



14.6 Recursos materiales

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 aulas para estudiantes con capacidad para grupos de 12 hasta 30 estudiantes. Estas aulas se encuentran equipadas con mobiliario como mesas, sillas, una computadora y un cañón de proyección que permiten a los estudiantes tomar sus clases cómodamente y así favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. Adicionalmente, se cuenta con tres 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 se utilizan además, para seminarios institucionales y de grupo, conferencias de profesores de otras instituciones nacionales e internacionales que son invitados por los diferentes cuerpos académicos de nuestros centros, así como para las ceremonias de obtención del grado.

También se cuenta con un auditorio general para más de 150 personas, donde se realizan conferencias magistrales o congresos, como el de los estudiantes del DCN. La DES de CN, en forma global, tiene 19 aulas (12 en la FCB, 4 en el CEIB y 4 en el CIByC), equipadas con equipo audiovisual para impartir clases, 107 cubículos individuales o compartidos, además 4 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 a las Normas Oficiales Mexicanas. Además, se tienen colecciones científicas certificadas de vertebrados (aves, anfibios, reptiles, y mamíferos) e invertebrados y un Herbario. Por último, se dispone de una 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 secretarías, cubículo

para el oficial administrativo de servicios escolares, laboratorio para docencia, centro de cómputo, salas audiovisuales, cubículos para tutoría, sala de maestros, cubículo para el PITC's, 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 a consulta de bases de datos (CONRICYT). Se proporciona también, servicio de impresión y escaneo, además del acceso a un plotter para la impresión de carteles científicos.

Para proporcionar el soporte técnico y de mantenimiento de los equipos de cómputo, hay dos licenciados en sistemas, contratados para dar servicio a investigadores y estudiantes del posgrado. Se encargan de asegurar el buen funcionamiento del equipo y de proporcionar el apoyo técnico a estudiantes y académicos en el manejo de software y paquetes tecnológicos. Para llevar la administración de los expedientes de los estudiantes se cuenta con dos personas contratadas.

En adición a estos equipos, 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 los estudiantes y técnicos académicos. Para el caso de los investigadores, todos cuentan con una computadora personal de escritorio y portátil, impresora y escáner. Todos los equipos se encuentran conectados a la red. Se ofrece a todos los estudiantes y profesores del programa de posgrado 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. En todos los salones de clase y auditorio, se tiene acceso a internet, a través de la

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

14.7 Estrategias de desarrollo

El DCN promueve la participación de los PITC integrantes del NA en actividades de formación y actualización de manera permanente a través de cursos pedagógicos, disciplinarios, de desarrollo humano y otros. 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.

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 PE 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 de los profesores del núcleo académico del PE en el Sistema Nacional de Investigadores.
- 2) se promueve el intercambio académico de los PITC pertenecientes a este Programa, a través de convenios de colaboración con grupos de reconocido prestigio de IES nacionales e internacionales.
- 3) se fomentan las estancias de investigación de los PITC pertenecientes a este PE con Cuerpos Académicos consolidados de otras IES y con grupos de reconocido prestigio en el campo de la Ciencias Naturales a nivel internacional.

- 4) se someten proyectos de investigación a agencias financieras para la obtención de recursos.
- 5) se fortalece la infraestructura de la DES de CN a través de la participación en convocatorias nacionales e internacionales para su financiamiento.
- 6) se promueve la participación de todos los PITC en PE de licenciatura y maestría para elevar la calidad educativa de los estudiantes.
- 7) se promueve el PE del DCN en otras IES nacionales mediante el uso de medios electrónicos, impresos, exposiciones en ferias de posgrado, etc.
- 8) mediante el seguimiento continuo de su trayectoria académica se impulsa la graduación en tiempo y forma de los estudiantes del PE del DCN.

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 PE de DCN. El CIP en conjunto con los profesores del núcleo académico coordina la evaluación curricular y actualización del PE, 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 está integrada por profesores representantes de las unidades académicas que participan en el posgrado, el coordinador del PE, los coordinadores de las áreas, directores y representantes profesores.

La comisión de reestructuración en conjunto con la Comisión Académica 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 PNPC del CONACyT.

ANEXOS

ANEXO I UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. BIOQUÍMICA

IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas						
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales						
Unidad de aprendizaje: Bioquímica				Eje de formación: Teórico		
Elaborada por: Dra. Ma. del Carmen Gutiérrez Villafuerte				Fecha de elaboración: noviembre de 2012		
Actualizada por: Dra. María Luisa Villareal				Fecha de revisión y actualización: Julio de 2019		
Horas teóricas H/S/M	Horas prácticas H/S/M	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad:
6	NA	60	8	Básica	Obligatorio de elección	Presencial
Programas educativos en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales, FCB-UAEM.						

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 estudiante 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 sesiones de trabajo e investigación.

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Capacidad para el aprendizaje de forma autónomo Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo Capacidad crítica y autocrítica Capacidad de abstracción, análisis y síntesis Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente Capacidad para la investigación Capacidad de comunicación oral y escrita Habilidades para buscar, procesar y analizar información Habilidad para el trabajo colaborativo Habilidad para el trabajo autónomo Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión
Competencias específicas
Analiza la estructura, propiedades, clasificación, metabolismo y función de las biomoléculas para comprender su importancia en la estructura y función de los seres vivos. Maneja conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología. Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la bioquímica, de fuentes especializadas de actualidad. Transmite conocimientos del ámbito de la bioquímica de forma oral y escrita. Desarrolla la capacidad para incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito del área bioquímica que incidan en la biotecnología en diversos niveles educativos.

*Las competencias genéricas están en concordancia con lo establecido en el Modelo Universitario de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2010).

CONTENIDOS

Bloques	Temas
I. CONCEPTOS BÁSICOS	1. Termodinámica en biología 1.1. Sistemas aislado, cerrado y abierto 1.2. Variables del sistema: Propiedades Intensivas y extensivas 1.3. Leyes de la termodinámica 1.4. Funciones de estado: energía intrínseca, entalpía, entropía y energía libre de Gibbs. 1.5. Termodinámica de las reacciones químicas: reacciones exotérmicas, endotérmicas, exergónicas y endergónicas 1.6. Reacciones irreversibles, reversibles y de óxido-reducción 2. La lógica molecular de los sistemas vivos 2.1. Características de los seres vivos 2.2. Los seres vivos como sistemas abiertos en estado estacionario 2.3. El ATP como molécula almacenadora de energía 3. Organización estructural y funcional de la célula 3.1. Organismos procariotes y eucariotes 3.2. Estructura y función de los diferentes organelos 4. Moléculas biológicas. 5. Agua, electrolitos y sustancias amortiguadoras 5.1. Propiedades químicas y físicas del agua 5.2. Concepto de pH 5.3. Ácidos y bases débiles 5.4. Soluciones amortiguadoras
II. BIOQUÍMICA	6. Nucleótidos

Bloques	Temas
BÁSICA	6.1. Estructura básica 6.2. Nomenclatura y características generales 6.3. Funciones: almacenadores de energía química, cofactores, segundos mensajeros. 7. Ácidos Nucleicos 7.1. Características Generales 7.2. DNA como almacén de la información genética (experimentos que lo demuestran) 7.3. Formas estructurales del DNA: doble hélice 7.4. Formas estructurales del RNA: mensajero, ribosomal y de transferencia 7.5. Ribozimas 7.6. Química de los ácidos nucleicos: desnaturalización, hibridación, transformaciones no enzimáticas y mutilación 8. Aminoácidos 8.1. Características estructurales 8.2. Estereoisómeros 8.3. Formas zwitteriónicas y no iónicas 8.4. Clasificaciones 8.5. Ley de Lambert-Beer (determinaciones basadas en aminoácidos) 8.6. Aminoácidos como bases y ácidos 8.7. Determinación del punto isoeléctrico 8.8. Separación por cromatografía 8.9. Reacciones características de aminoácidos 9. Carbohidratos 9.1. Definición 9.2. Funciones generales 9.3. Clasificación

Bloques	Temas
	9.4. Estereoisomería 9.5. Mutarotación 9.6. Derivados de los monosacáridos 9.7. Oligosacáridos 9.8. Disacáridos 9.9. Polisacáridos 1.10. Clasificación y funciones 10. Lípidos 10.1. Definición 10.2. Funciones principales 10.3. Clasificación y características generales 10.4 Ácidos grasos: clasificación y propiedades 10.5 Lípidos simples: clasificación y propiedades 10.6. Lípidos complejos: clasificación y propiedades 11. Proteínas 11.1. Estructura jerárquica de proteínas 11.2. Constituyentes 11.3. Enlaces peptídicos 11.4. Niveles de estructuración 11.5. Representaciones gráficas 11.6. Estructura secundaria 11.7. Estructura supersecundaria (motifs) 11.8 Estructura terciaria: dominios estructurales y funcionales 11.9. Estructura cuaternaria 6.10. Relaciones funcionales y evolutivas 7. Plegamiento y modificación de las proteínas 11.10. Información para plegamiento 11.11. Chaperonas 11.12. Modificaciones químicas

Bloques	Temas
	11.13. Degradación de proteínas 11.14. Anomalías en el plegamiento 12. Métodos de purificación y caracterización de proteínas 12.1. Centrifugación 12.2. Extracción 12.3. Electroforesis 12.4. Radioinmunoensayos 12.5. Espectrometría de masas 12.6. Secuenciación y síntesis química
III. BIOQUÍMICA CELULAR	1. Enzimas 1.1. Enzimas. Definición 1.2. Poder catalítico 1.3. Especificidad 1.4. Mecanismos de catálisis 1.5. Cinética enzimática 1.6. Ecuación Michaelis y Menten 1.7. Determinación de constantes cinéticas 1.8. Tipos de inhibición 1.9. Cinética de desactivación 1.10. Efecto de pH y temperatura 1.11. Enzimas alostéricas 1.12. Regulación enzimática
IV. METABOLISMO CELULAR	1. Generalidades del metabolismo celular 1.1. Catabolismo y Anabolismo 1.2. Coordinación y dirección de la actividad celular 1.3. Como ocurre el metabolismo 1.4. Definición de catabolismo y anabolismo 1.5. Metabolismo celular lineal, ramificado y cíclico 1.6. Variedad en sistemas enzimáticos que definen

Bloques	Temas
	 rutas catabólicas o anabólicas 1.7. Organismos autótrofos y heterótrofos 2. Degradación de la glucosa 2.1. Conversión de glucosa a piruvato 2.2. Estrategia de glicólisis 2.3. Relación con otros caminos metabólicos 2.4. Balance de energía 2.5. Regulación 3. Producción de piruvato y acetil CoA 3.1. Complejo de piruvato-deshidrogenasa 3.2. Coenzimas involucradas en la oxidación de piruvato 4. Ciclo de Krebs 4.1. Fases del ciclo 4.2. Estequiometría y energética 4.3. Regulación de piruvato deshidrogenasa y ciclo de Krebs 4.4. Secuencias anapleróticas 5. Transporte de electrones y fosforilación oxidativa 5.1. La cadena respiratoria mitocondrial 5.2. Cambios de energía durante el flujo de electrones 5.3. Síntesis de ATP en mitocondrias. Fosforilación oxidativa 5.4. Mecanismos de síntesis de ATP. Hipótesis quimiosmótica 5.5. La ATP sintasa
	2. Generalidades del metabolismo celular 2.1. Catabolismo y Anabolismo 2.2. Coordinación y dirección de la actividad celular

Bloques	Temas
	2.3. Como ocurre el metabolismo 2.4. Definición de catabolismo y anabolismo 2.5. Metabolismo celular lineal, ramificado y cíclico 2.6. Variedad en sistemas enzimáticos que definen rutas catabólicas o anabólicas 2.7. Organismos autótrofos y heterótrofos 6. Degradación de la glucosa 6.1. Conversión de glucosa a piruvato 6.2. Estrategia de glicólisis 6.3. Relación con otros caminos metabólicos 6.4. Balance de energía 6.5. Regulación 7. Producción de piruvato y acetyl CoA 7.1. Complejo de piruvato-deshidrogenasa 7.2. Coenzimas involucradas en la oxidación de piruvato 8. Ciclo de Krebs 8.1. Fases del ciclo 8.2. Estequiometría y energética 8.3. Regulación de piruvato deshidrogenasa y ciclo de Krebs 8.4. Secuencias anapleróticas 9. Transporte de electrones y fosforilación oxidativa 9.1. La cadena respiratoria mitocondrial 9.2. Cambios de energía durante el flujo de electrones 9.3. Síntesis de ATP en mitocondrias. Fosforilación oxidativa 9.4. Mecanismos de síntesis de ATP. Hipótesis quimiosmótica

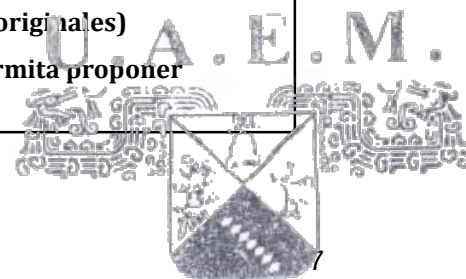
Bloques	Temas
	9.5. La ATP sintasa 10. Membrana celular y mecanismos de transporte 10. Membrana celular: características químicas y físicas 10.2. Termodinámica del transporte 10.3. Difusión simple 10.4. Difusión facilitada 10.5. Transporte Activo 11. Vía de las pentosas 11.1. Etapa oxidativa: regeneración de NADPH; conversión de glucosa 6-fosfato en ribulosa 5- fosfato 11.2. 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 12. Gluconeogénesis 12.1. Reacciones enzimáticas características (puntos de control) 12.2. Comparación con las reacciones de la glucólisis y regulación 12.3. El ciclo de Cori 13. Metabolismo del glucógeno 13.1. Movilización del glucógeno para producir glucosa 13.2. Enzimas involucradas en la degradación del

Bloques	Temas
	glucógeno 13.3. Escisión fosforolítica del glucógeno 13.4. Regulación de las fosforilasas en el músculo e hígado 13.5. Regulación de la síntesis del glucógeno por el glucógeno sintasa 13.6. Papel de la UDP-glucosa 13.7. Regulación recíproca de la degradación y síntesis del glicógeno 14. Metabolismo de aminoácidos y ciclo de la urea 14.1 Rutas metabólicas de grupos de aminoácidos 14.2. Transporte de aminoácidos 14.3. Excreción de nitrógeno y ciclo de la urea 14.4. Degradación de aminoácidos 15. Degradación y biosíntesis de Ácidos grasos 15.1. Importancia fisiológica de los ácidos grasos 15.2. Etapas de la degradación y síntesis de los ácidos grasos 15.3. Movilización de los triacilglicerolos para su utilización como combustibles 15.4. Vía de la β-oxidación 15.5. Oxidación de los ácidos grasos en los peroxisomas 15.6. Formación de los cuerpos cetónicos 15.7. Acción de la ácido graso-sintetasa 15.8. Mecanismos de control del metabolismo de los ácidos grasos 16. Metabolismo del colesterol 16.1. Compuestos lipídicos de membranas biológicas

Bloques	Temas
	16.2. Ruta mevalónica para la síntesis del colesterol 16.3. Regulación de la síntesis del colesterol 16.4. Propiedades de las lipoproteínas plasmáticas 16.5. Hipercolesterolemia y aterosclerosis (estatinas) 16.6. Derivados importantes del colesterol (sales biliares, hormonas, vitamina D) 16.7. Degradación y biosíntesis de los ácidos grasos
V. INTEGRACIÓN METABÓLICA	1. Integración metabólica 1.1. Metabolismo en tejidos: hígado, adipositos, músculo y cerebro 1.2. Regulación hormonal del metabolismo 2. Señalización 2.8. Interacción ligando-receptor 2.9. Transducción de señales 3. Fotosíntesis. Reacción luminosa 3.1. Generalidades. 3.2. Absorción de la luz y conversión de energía 3.3. Centro de reacción 3.4. Organización de la membrana tilacoidal y transporte de electrones 3.5. Síntesis de ATP 4. Fotosíntesis, Fijación de CO₂ RUBISCO 4.1. Ciclo de Calvin 4.2. Regulación de fase oscura 4.3. Metabolismo C₄

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas
Se requiere que el estudiante revise el material (libros, revisiones y artículos originales) sugerido para cada tema de la materia, realizando un análisis crítico que le permita proponer soluciones a problemas relacionados con los temas de Bioquímica.



CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios*	Porcentaje
Tipo de Evaluación: Sumativa	
Exámenes parciales que permitan evaluar el razonamiento y pensamiento crítico de los contenidos temáticos	80%
Actividades académicas complementarias (trabajos teóricos/prácticos, exposiciones, ensayos, material audiovisual generado mediante la aplicación de TICs, etc.).	20%
Total	100%

*Los criterios de evaluación se fundamentan en el Reglamento General de Exámenes de la UAEM. La calificación final de la Unidad de Aprendizaje será el resultado del promedio general obtenido de los exámenes parciales y actividades académicas correspondientes a cada bloque.

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

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.
- 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/>

2.

BIOLOGÍA MOLECULAR

IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica: Facultad de Ciencias Biológicas						
Programa educativo: Doctorado en Ciencias Naturales						
Unidad de aprendizaje: Biología Molecular				Eje de formación: Teórico		
Elaborada por: Dr. Ramón Suárez Dr. Edgar Dantán Dr. Jorge Luis Folch Dr. Fernando Martínez Morales Actualizada por: Dr. Ramón Suárez Dr. Augusto RamírezDr. Edgar Dantán Dr. Jorge Luis Folch Dr. Fernando Martínez MoralesDra. María del Rayo Sánchez Dra. Verónica Obregón				Fecha de elaboración: noviembre 2012 Fecha de revisión y actualización: septiembre de 2018		
Horas teóricas H/S/M	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje:	Modalidad:
6	NA	60	8	Seminario Temático	Obligatorio de elección	Presencial
Programa educativo en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales, FCB-UAEM.						

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 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.

PROPÓSITO

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.

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias genéricas
Capacidad de organización y planificación.
Capacidad de gestión de la información.
Capacidad de análisis y síntesis.

Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma. Capacidad para el pensamiento crítico y reflexivo. Capacidad para la investigación. Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. Capacidad para la aplicación del método científico en la resolución de problemas y toma de decisiones.
Competencias específicas
Maneja conceptos actuales de la Biología Molecular que inciden en el campo de la Biotecnología Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la Biología Molecular, de fuentes especializadas de actualidad. Aplica herramientas de Biología Molecular en el desarrollo y/o innovación de procesos industriales. Transmite conocimientos del ámbito de la Biología Molecular de forma oral y escrita. Capacidad para incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la Biología Molecular en diversos niveles educativos. Capacidad para aplicar los conocimientos básicos y de frontera de la Biología Molecular para la gestión y desarrollo de proyectos de investigación en el ámbito de la Biotecnología Industrial, Biotecnología Agrícola, Biotecnología Ambiental y de Productos Naturales.

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

Bloques	Temas
	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 CODIGO GENÉTICO Y LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS	5.1 El Código Genético 5.2 Los ARN de transferencia y las aminoacilARNt 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

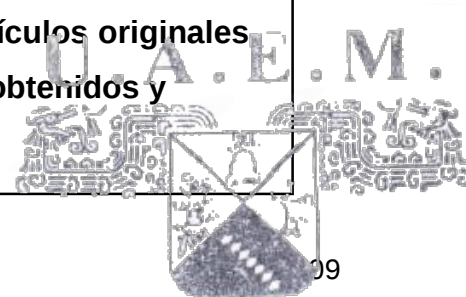
Bloques	Temas
	5.7 El proteosoma 5.8 Modificaciones postraduccionales de las proteínas 5.9 Ruta secretora de las proteínas 5.10 Localización intracelular de las proteínas
6. REGULACIÓN DE LA EXPRESIÓN GÉNICA	6.1 El operón <i>lac</i> y su mecanismo de regulación 6.2 Los operones <i>trp</i> y <i>ara</i> 6.3 Sistema de represión catabólica y estricta 6.4 Ciclo lítico y lisogénico en el bacteriófago lambda 6.5 Elementos <i>cis</i> 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

Bloques	Temas
	7.4 Mensajeros secundarios 7.5 Cinasas y fosfatasas
8. TÉCNICAS DE ADN RECOMBINANTE	8.1 Purificación de los ácidos nucleicos 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 nucleicos 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

Bloques	Temas
	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 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 metabólica

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

El estudiante revisará de manera crítica el material proporcionado y deberá incluir otras lecturas que él mismo proponga. Analizará los artículos originales de tal manera que podrá realizar una crítica de los resultados obtenidos y propondrá posibles experimentos de biología molecular.



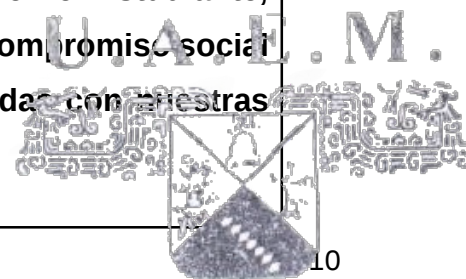
CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
1. Exámenes parciales escrito 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 %

*Los criterios de evaluación se fundamentan en el Reglamento General de Exámenes de la UAEM. La calificación final de la Unidad de Aprendizaje será el resultado del promedio general obtenido de los exámenes parciales y actividades académicas correspondientes a cada bloque.

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

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. edición. 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.

Web:

NCBI <http://www.ncbi.nlm.nih.gov.mx>

EBI <https://www.ebi.ac.uk/>

Expasy <https://www.expasy.org/tools/>

Geneinfinity <http://geneinfinity.org/>

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: Cascadas Tróficas				Eje de formación: Temático Semestre:			
Elaborada por: Cristina Martínez-Garza Actualizada por: Cristina Martínez-Garza				Fecha de elaboración: 2016 Fecha de revisión y actualización: 25 de octubre del 2019			
C I a v e :	Horas teóricas:	Horas prácticas :	Horas totales:	Crédit os:	Tipo de unidad de aprendizaj e:	Carácter de la unidad de aprendizaje:	Modalid ad:
	4	2	60		Temático		Presenci al
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales							

PRESENTACIÓN

Históricamente los ecólogos han analizado las interacciones entre dos especies o más especies mediante las cadenas tróficas. Debido al efecto negativo de las actividades humanas en los ecosistemas, los ecólogos han notado que el efecto negativo en ciertas especies desencadena una serie de efectos positivos y negativos descendentes en las cadenas tróficas. Este descubrimiento llevo a la investigación de la existencia de estas “cascadas tróficas” en sistemas conservados y actualmente se consideran una parte fundamental del control de los ecosistemas. El estudio de las cascadas tróficas es muy nuevo y se considera una parte fundamental de las herramientas necesarias para planear la restauración ecológica de ecosistemas que han sido dañados por actividades antropogénicas.

PROPÓSITOS

El propósito de este curso es analizar 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.

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias genéricas
• Integración de conceptos ecológicos en el bagaje teórico. • Utilización de los conceptos para descifrar cascadas tróficas. • Desarrollar el razonamiento crítico. • Aplicar lo aprendido en el diseño de experimentos y en la resolución de problemas. • Expresar en español, con exactitud y precisión, de forma oral y escrita los conocimientos adquiridos. • Interconectar la materia con otras disciplinas. • Utilizar documentación científica. • Obtener la capacidad de organización y planificación de proyectos para obtener fondos. • Gestionar la obtención de información
Competencias específicas
• Conocer y utilizar correctamente la terminología pertinente: biodiversidad, gremios, grupos funcionales, niveles tróficos, interacciones ecológicas • Analizar cascadas tróficas en ecosistemas terrestres y acuáticos • Proponer estrategias de conservación para cascadas tróficas en ecosistemas terrestres y acuáticos.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Ecosistemas acuáticos	1.1 Dinámica de cadenas tróficas 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 Tema 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

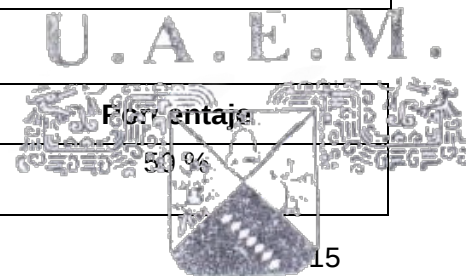
Bloques	Temas
4 Futuras tendencias	4.5 Manipulación de cascadas tróficas para la restauración de los ecosistemas degradados

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)			
Aprendizaje basado en problemas	(X)	Nemotecnia	()
Estudios de caso	(X)	Análisis de textos	(X)
Trabajo colaborativo	(X)	Seminarios	(X)
Plenaria	()	Debate	(X)
Mapas conceptuales	(X)	Ponencia científica	()
Diseño de proyectos	(X)	Elaboración de síntesis	(X)
Práctica reflexiva	(X)	Reporte de lectura	(X)
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)	Anteproyectos de investigación	(X)
Seminario de investigación	()	Discusión guiada	(X)
Estudio de Casos	(X)	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	()
Organizadores previos	()	Exploración de la web	(X)
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
Entrega de trabajos y tareas	50 %



Participación en clases presenciales	30%
Trabajo final	20 %
Total	100 %

PERFIL DEL PROFESOR

Ecólogo con experiencia en interacciones planta-animal
--

REFERENCIAS

Básicas:

Terborgh, J. y J. A. Estes, editors. 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.

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: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/trophic-cascade>

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: Biogeografía Histórica			Eje de formación: Teórico			
Elaborada por: Angélica María Corona López			Fecha de elaboración: Octubre de 2019			
Actualizada por: Angélica María Corona López			Fecha de revisión y actualización: Octubre de 2019			
Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje:	Modalidad:
60	20	80	8	Teórico		Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Doctorado en Ciencias Naturales						

PRESENTACIÓN

La Biogeografía es la disciplina que estudia los patrones de distribución de los seres vivos en el tiempo y en el espacio, y determinar los procesos biogeográficos. Para su estudio la Biogeografía se ha dividido en Biogeografía Ecológica y la Biogeografía Histórica. La primera estudia los patrones de distribución de los individuos o poblaciones en una escala espacial y temporal pequeños. La Biogeografía Histórica estudia los patrones de distribución de especies o taxones supraespecíficos en escalas espaciales y temporales mayores. Durante la historia de la Biogeografía se han establecido diferentes enfoques o escuelas, dentro de la

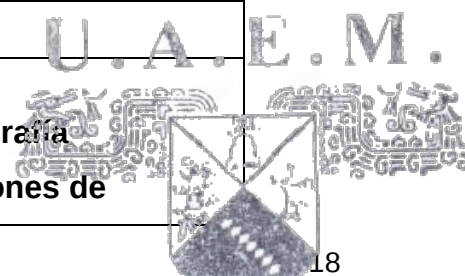
Biogeografía Histórica se encuentran las escuelas dispersalistas (Dispersalista de Darwin y Wallace, Biogeografía Filogenética, Biogeografía de Áreas Ancestrales y Filogeografía) y Vicariancistas (Panbiogeografía y Biogeografía Cladística). Con estas escuelas se han generado bases conceptuales y metodológicas para conocer y analizar la historia biogeográfica de los taxones. Con las escuelas vicariancistas se han establecido métodos para poder generar programas integrales (conocimiento de la diversidad, de las relaciones genealógicas de los taxones y patrones biogeográficos de dicha diversidad) para proponer áreas prioritarias para la conservación.

PROPÓSITOS

Integrar los conceptos, métodos y aplicaciones básicos de la biogeografía evolutiva, a través de estrategias que estimulen el pensamiento crítico y reflexivo.

COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias genéricas	
1.	Integración y utilización de conceptos biogeográficos.
2.	Desarrolla habilidades para la práctica del método científico en investigación básica y aplicada.
3.	Analiza críticamente el conocimiento biogeográfico a partir de fuentes actuales y especializadas.
4.	Desarrolla habilidades para la aplicación del conocimiento biogeográfico para proponer áreas para la conservación.
Competencias específicas	
1.	Analiza la importancia de la Biogeografía
2.	Examina la relación de otras ciencias con la Biogeografía
3.	Debate sobre las concepciones antiguas de los patrones de



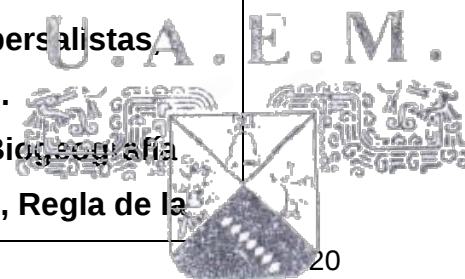
distribución de los taxones.

4. Comprende la regionalización biogeográfica, y la relevancia de los patrones de distribución de la biota.

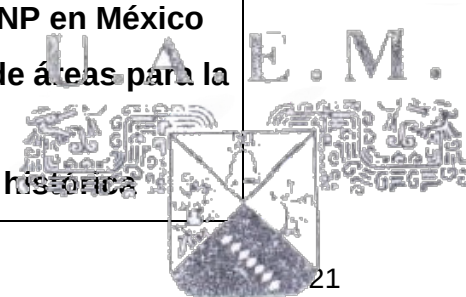
5. Emplea y practica las herramientas computacionales más usadas de las escuelas de la biogeografía histórica.

CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Biogeografía y desarrollo Histórico	1.1 Definición y objetivos de la Biogeografía 1.2 Situación dentro de las ciencias biológicas y sus relaciones con otras ciencias y disciplinas. 1.3 Patrones de distribución (homología biogeográfica primaria y secundaria) y Procesos Biogeográficos (vicarianza, dispersión y extinción). 1.4 Biogeografía Ecológica e Histórica. 1.5 Historia de la Biogeografía (Ideas y concepciones de la distribución del hombre, plantas y animales). 1.6 Historia de la Tierra (Escala del tiempo geológico, Teoría de la Deriva Continental y Tectónica de Placas, Extinciones masivas).
2. Áreas de distribución y áreas de endemismo	2.1 Definición y métodos para la identificación de áreas de distribución (Teoría y práctica). 2.2 Definición y métodos para la identificación de áreas de endemismos (Teoría y práctica). 2.3 Regionalización Biogeográfica (Del mundo y de América, zonas de transición Mexicana y Sudamericana).
3. Biogeografía Histórica	3.1 Biogeografía Dispersalista (dispersión, migración, cosmopolitismo, cenocrones, centro de origen, escuelas dispersalistas, dispersalismo en la actualidad). 3.2 Biogeografía filogenética (Biogeografía filogenética de Hennig-Brundin, Regla de la



Bloques	Temas
	progresión y de la desviación). 3.3 Panbiogeografía (Definición, bases conceptuales, Trazos individuales y su orientación: líneas de base, centros de masa y orientación filogenética, Trazos generalizados, Nodos, Métodos panbiogeográficos: árboles de tendido mínimo, matrices de conectividad e incidencia, compatibilidad de trazos y análisis de parsimonia de endemismos - PAE) (Teoría y práctica). 3.4 Biogeografía Cladística (Bases conceptuales, Cladogramas taxonómicos de áreas, Cladogramas resueltos de áreas: taxones distribuidos ampliamente, distribuciones redundantes y áreas ausentes, Supuestos 0, 1 y 2, Cladogramas generales de áreas, Métodos biogeográficos cladísticos: análisis de componentes, análisis de parsimonia de Brooks, entre otros (Teoría y práctica). 3.4 Filogeografía (Concepto de Filogeografía, Hipótesis filogeográficas, Corolarios de concordancia, Marcadores utilizados en estudios filogeográficos, La teoría de la coalescencia, Filogeografía comparada)
4. Biogeografía y Conservación	4.1 Definición Conservación, ANP en México 4.2 Métodos para la selección de áreas para la conservación 4.3 Métodos de la biogeografía histórica



Bloques	Temas
	aplicados a la conservación

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)			
Aprendizaje basado en problemas	(X)	Nemotecnia	()
Estudios de caso	(X)	Análisis de textos	(X)
Trabajo colaborativo	(X)	Seminarios	(X)
Plenaria	()	Debate	(X)
Ensayo	(X)	Taller	(X)
Mapas conceptuales	()	Ponencia científica	(X)
Práctica reflexiva	(X)	Reporte de lectura	(X)
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	()	Trabajos de investigación documental	(X)
Lectura comentada	(X)	Anteproyectos de investigación	()
Seminario de investigación	()	Discusión guiada	(X)
Demostraciones	()	Analogías	(X)
Ejercicios prácticos (series de problemas)	(X)	Método de proyectos	()
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y	(X)	Actividades generadoras de información previa	()

software especialmente diseñado).			
Organizadores previos	()	Exploración de la web	(X)
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
Evaluación del Conocimiento: determina si el estudiante posee competencias genéricas y específicas de la unidad de aprendizaje relacionadas con la adquisición del conocimiento. Productos o evidencias: exámenes para evaluar razonamiento y pensamiento crítico.	80 %
Evaluación del desempeño: se implementan instrumentos de evaluación que identifican o determinan los conocimientos, destrezas, habilidades y actitudes del estudiante en relación a una determinada competencia. Productos o evidencias: Participación activa en clase, presentación y discusión de artículos, prácticas/reportes individual o en equipos.	20 %
Total	100 %

PERFIL DEL PROFESOR

Grado de Doctor, con experiencia en sistemática, biología evolutiva y biogeografía, demostrada a través de su preparación y de sus líneas de investigación.

REFERENCIAS

Básicas:	Complementarias:
Avice, J.C. 2000. <i>Phylogeography: The History and Formation of Species</i>. Harvard University Press, Cambridge, MA. (447 pp). Craw, R. C., J. Grehan y M. J. Heads. 1999. <i>Panbiogeography: Tracking the history of life</i>. Oxford Biogeography Series 11, Oxford University Press. Crisci, J. V. et al., 2003. <i>Historical biogeography: An introduction</i>, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. Ebach, M. C. y R. S. Tangney. 2007. <i>Biogeography in a Changing World</i>. CRC Press Taylor & Francis Group. EE. UU. Humphries, C. J. y L. R. Parenti. 1999. <i>Cladistic biogeography: Interpreting patterns of plant and animal distributions</i>. Segunda Edición. Oxford Biogeography Series 12, Oxford University Press. Lomolino, M. V., Riddle, B. R., Whittaker, R. J. y J. H. Brown. 2010.	Brundin, L. 1988. Phylogenetic biogeography. En: A. A. Myers y P. S. Giller (eds). <i>Analytical biogeography, an integrated approach to the study of animal and plant distributions</i>. Chapman y Hall, Londres, pp. 343 - 369. Contreras-Medina, R., I. Luna-Vega y J. J. Morrone. 2007. Gymnosperms and cladistic biogeography of the Mexican Transition Zone. <i>Taxon</i> 56:905-915. Darlington, P. J. 1957. <i>Zoogeography, the geographical distribution of animals</i>. John Wiley and Sons, New York. I: 1-38. Darlington, P. J. 1975. <i>Zoogeography</i>. Chapman and Hall. London. Espinosa, O. D. y J. Lorente 1993. <i>Fundamentos de Biogeografías Filogenéticas</i>. U.A.M.-CCNABIO. Espinosa, O. D., J. J. Morrone, J.

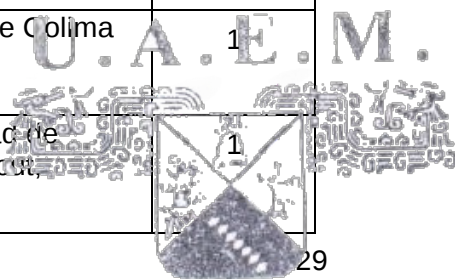
Básicas:	Complementarias:
Biogeography. Sinauer Associates, Inc. Morrone, J. J. 2004. <i>Homología biogeográfica: Las coordenadas espaciales de la vida</i>. Cuadernos del Instituto de Biología 37, Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 199 pp. Morrone, J. J. 2009. <i>Evolutionary biogeography: An integrative approach with case studies</i>, Columbia University Press, Nueva York, Llorente J. y J. J. Morrone (eds.). 2001. <i>Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones</i>. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., 277 pp. Myers, A. A. y P. S. Giller (Eds.) 1994. <i>Analytical Biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions</i>. Chapman and Hall. London. Zunino, M. y A. Zullini 2003. <i>Biogeografía. La dimensión espacial de la evolución</i>. Fondo de Cultura Económica, México.	Llorente y O. Flores. 2002. <i>Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica</i>. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. González-Zamora, A., et al. 2007. <i>Distributional patterns and conservation of species of Asteraceae (asters etc.) endemic to eastern Mexico: A panbiogeographical approach. Systematics and Biodiversity</i> 5:135-144 Llorente Bousquets, J. y J. J. Morrone (eds.). 2005. <i>Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines. Primeras jornadas biogeográficas de la red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES XII.I-CYTED</i> Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., 577 pp. Martínez-Meyer, E. y A. T. Peterson. 2006. <i>Conservation of ecological niche characteristics in North American plant species</i>

Básicas:	Complementarias:
	over the Pleistocene-to-Recent transition. <i>Journal of Biogeography</i> 33:1779-1789 Morrone, J. J. 2000. <i>El lenguaje de la cladística</i>. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial. UNAM. Morrone, J. J. 2001. <i>Sistemática, Biogeografía, Evolución. Los patrones de la biodiversidad en tiempo y espacio</i>. Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Morrone, J. J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands, based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. <i>Annual Review of Entomology</i> 51:467-494. Morrone, J. J. 2007. Hacia una biogeografía evolutiva. <i>Revista Chilena de Historia Natural</i> 80: 509-520. Morrone, J. J. y J. Llorente (eds.). 2003. <i>Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía</i>. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, U.A.E.M.

Básicas:	Complementarias:
	UNAM, México, D.F., 307 pp. Müller, P. 1979. <i>Introducción a la zoogeografía</i>. Blume, Barcelona, capítulo 9: 158-188. Nelson, G. y N. Y. Platnick. 1991. <i>Systematics and Biogeography: cladistics and vacariance</i>. Columbia University Press. New York, U. S. A. Rapoport, E. H. 1975. <i>Areograffa: Estrategias geográficas de las especies</i>. Fondo de Cultura Económica, México, D.F. Rzedowski, J. 1996. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. <i>Bol. Soc. Bot. Mex.</i> 29: 27-40.

ANEXO II. PROFESORES INTEGRANTES DEL NÚCLEO BÁSICO

PROFESOR INVESTIGADOR DE TIEMPO COMPLETO	UNIDAD ACADÉMICA DE ADSCRIPCIÓN	INSTITUCIÓN QUE OTORGO EL GRADO DE DOCTOR	NIVEL SNI
Alejandro Flores Palacios	CIByC	Instituto de Ecología A. C.	2
Valentino Sorani Dalbón	CIByC	Instituto Nacional Agronómico Francia	
Cristina Martínez Garza	CIByC	Universidad de Chicago, EUA	2
Efraín Tovar Sánchez	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	2
Víctor Hugo Toledo Hernández	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Elizabeth Arellano Arenas	CIByC	Universidad de Brigham Young, EUA	1
Elisabet Verónica Wehncke	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
José Antonio Guerrero Enríquez	FCB	Instituto de Ecología A. C.	1
María Luisa Villarreal Ortega	CEIB	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	3
Elba Villegas Villarreal	CEIB	Universidad del Estado de Oklahoma, EUA	2
Víctor Manuel Hernández Velázquez	CEIB	Universidad de Colima	1
María del Carmen Gutiérrez Villafuerte	CEIB	Universidad de Connecticut, EUA	1



María del Refugio Trejo		Universidad de Provence,	1
-------------------------	--	--------------------------	---

PROFESOR INVESTIGADOR DE TIEMPO COMPLETO	UNIDAD ACADÉMICA DE ADSCRIPCIÓN	INSTITUCIÓN QUE OTORGO EL GRADO DE DOCTOR	NIVEL SNI
Hernández	CEIB	Francia	
David Osvaldo Salinas Sánchez	CIByC	Universidad Autónoma Metropolitana	1
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	2
Edgar Dantán González	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Irene de la C. Perea Arango	CEIB	Instituto Politécnico Nacional	1
José de Jesús Arellano García	CEIB	Instituto Politécnico Nacional	C
Fernando Martínez Morales	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Susana Valencia Díaz	CEIB	Instituto de Ecología A.C	1
Patricia Mussali Galante	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1

Angélica María Corona López	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
--------------------------------	-------	---	---

PROFESOR INVESTIGADOR DE TIEMPO COMPLETO	UNIDAD ACADÉMICA DE ADSCRIPCIÓN	INSTITUCIÓN QUE OTORGO EL GRADO DE DOCTOR	NIVEL SNI
José Juan Blancas Vázquez	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
María Cristina Saldaña Fernández	CIByC	Universidad Autónoma Metropolitana	1
María Marcela Osorio Beristaín	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Norman Mercado Silva	CIByC	Universidad de Wisconsin, EUA	2
Raúl Ernesto Alcalá Martínez	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Rolando Ramírez Rodríguez	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	
Xavier López Medellín	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Elsah Arce Uribe	CIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Francisco Xavier González Cozatl	CIByC	Universidad de Brigham Young, EUA	1

Guadalupe Peña Chora	CIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
----------------------	-----	---	---

ANEXO III. 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 (superenrollamiento, 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.

Tema III.- Transcripción

- Iniciación, elongación y terminación de la transcripción en procariontes y eucariontes



- El 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

- Unidades.
- Peso molecular y masa molecular.
- Átomo de carbono y sus diferentes enlaces.
- Grupos funcionales.
- Interacciones covalentes.
- Interacciones no covalentes.

III. Estructuras

- Configuración y conformación.
- Agua: características, pH.
- Moléculas: azúcares, lípidos, aminoácidos, nucleótidos.
- Macromoléculas: proteínas, ácidos nucleicos.

IV. Catálisis

- Reacciones de 1er. y 2º. orden
- K_{eq} , K_a , K_d
- Tipos de reacciones químicas (óxido-red, hidrólisis, etc.)
- Energía de activación
- Enzimas: sustrato, complejo enzima-sustrato.

V. Metabolismo celular

- Catabolismo y Anabolismo
- Vías metabólicas
- 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, intervalos, 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.
- Cinética de crecimiento en un cultivo continuo.
- 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, butanodiolica, 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

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.- Compartimentalización 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.

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.

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 y la puntuación y porcentaje obtenidos 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

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.

Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S.L., Matsudaira, P., Baltimore, D. y Darnell, J. 2000. *Biología Celular y Molecular*. 4ª. Edición. Editorial Médica Panamericana, México.

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

Origen y Clasificación de la Vida

- Elementos que fundamentan la teoría químico-física del origen 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

Freeman, S. and J. C. Herron. 2004. *Evolutionary Analysis*. 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 organizmica
- Poblaciones, propiedades emergentes
- Tablas de vida y estructura de edades
- Crecimiento poblacional
- Estrategias e historias de vida
- Interacciones entre especies (competencia, depredación, parasitismo, mutualismo)
- Comunidades, propiedades emergentes
- Concepto de sucesión
- Biogeografía de islas
- Ecosistemas, propiedades emergentes

- Ciclos de nutrientes
- Productividad

Literatura básica

Begon, M., Mortimer, M. & D. J. Thompson. 1996. Population Ecology: a unified study of animals and plants. 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 Monographs in 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 and evolution. 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*. Hidrobiología 15(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..

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 y Fomento Editorial, UNAM.

Morrone, J.J. 2001. *Sistemática, biogeografía, evolución: Los patrones de la biodiversidad en tiempo-espacio*. Las Prensas de Ciencias, UNAM.

Wiley, E. O. 1987. *Phylogenetics: The theory and practice of phylogenetics systematics*. John Wiley and sons, New York.142