

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

Reestructuración del PE

DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

Propuesto por la Comisión Académica de la DES de Ciencias Naturales

- **CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA (CEIB).**
- **CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN (CIByC)**
- **CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS (CIB)**
- **FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS (FCB)**

GRADO A OTORGAR: DOCTORADO

ORIENTACIÓN: INVESTIGACIÓN

DURACIÓN: 4 AÑOS

Fecha de aprobación del Consejo Universitario, Junio del 2015



Directorio institucional

Dr. Jesús Alejandro Vera Jiménez. Rector de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

Dra. Patricia Castillo España. Secretaria General del la UAEM

Dr. Gustavo Urquiza Beltrán. Secretario Académico de la UAEM

Dr. Rubén Castro Franco Director General de Educación de Posgrado

Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez. Director del Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB/UAEM)

Dr. J. Rolando Ramírez Rodríguez. Director del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC/UAEM)

M. en C. Jorge Luna Figueroa. Director del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB/UAEM)

Biól. Juan Carlos Sandoval Manrique. Director de la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB/UAEM)

Integrantes de la Comisión para la gestión académico-administrativa del programa de Doctorado en Ciencias Naturales:

Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez. Director del Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB)

Dr. J. Rolando Ramírez Rodríguez. Director del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC).

M. en C. Jorge Luna Figueroa. Director del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)

Biól. Juan Carlos Sandoval Manrique. Director de la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB)



Integrantes de la Comisión Académica de la DES de CN que re-estructuró el Programa Educativo del Doctorado en Ciencias Naturales

<i>Integrantes</i>	<i>Unidad Académica</i>
Víctor Manuel Hernández Velázquez	CEIB
Anabel Ortiz Caltempa	CEIB
Ma. Luisa Villarreal Ortega	CEIB
Jorge Luis Folch Mallof	CEIB
J. Rolando Ramírez Rodríguez	CIByC
Efraín Tovar Sánchez	CIByC
David Osvaldo Salinas Sánchez	CIByC
Elisabet Wehncke	CIByC
Jorge Luna Figueroa	CIB
Juan Carlos Sandoval Manrique	FCB
Yazmín Itzel Camilo Catalán	DGEP
Mercedes Carvajal Camargo	DGEP
Brenda Castañeda Bernal	DGEP



CONTENIDO	Pág.
1. PRESENTACIÓN	6
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. FUNDAMENTACIÓN	12
3.1. Vinculación de la propuesta con las políticas educativas y el plan institucional	
3.2. Descripción breve de aspectos socioeconómicos	
3.3. Origen y desarrollo histórico de la disciplina	
3.4. Estudios sobre el campo profesional y mercado de trabajo	
3.5. Datos de oferta y demanda educativa	
3.6. Análisis comparativo con otros planes de estudio	
3.7. Análisis del plan de estudios	
4. OBJETIVOS CURRICULARES	22
4.1. Objetivo General	
4.2. Objetivos Particulares	
4.3. Metas	
5. PERFIL DEL ESTUDIANTE	23
5.1. Perfil de ingreso	
5.2. Perfil de egreso	
6. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	24
6.1. Ejes formativos	
6.2. Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)	
6.3. Seminarios	
6.3.1. Eje teórico	
6.3.2. Eje de investigación	
6.3.3. Examen de permanencia	
6.3.4. Examen predoctoral	
6.3.5. Examen de obtención de grado	
6.4. Vinculación	
6.4.1 Movilidad estudiantil	
6.5. Asignación del sistema de créditos	
6.6. Sistema tutorial	
6.6.1 Sistema de tutorías	
6.6.2 De la selección del tutor principal y estructura del proyecto de tesis	
6.6.3 Procedimiento para la integración de Comités Tutorales	
7. MAPA CURRICULAR	33
7.1. Flexibilidad curricular	
7.1.1. Ejemplo trayectoria curricular académica	



8. PROGRAMAS DE ESTUDIO	36
9. SISTEMA DE ENSEÑANZA	37
10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE	39
11. MECANISMOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO	43
11.1. Requisitos de ingreso al Doctorado en Ciencias Naturales	
11.2. Requisitos de permanencia	
11.3. Requisitos de egreso	
11.4. Causas de baja	
12. TRANSICIÓN CURRICULAR	46
13. OPERATIVIDAD Y VIABILIDAD DEL PLAN	47
13.1. Estructura de la organización operativa	
13.1.2. Procedimiento para la resolución de apelaciones	
13.1.2.1. Fuentes de financiamiento para su operación	
13.1.3. Recursos humanos	
13.1.3.1 Planta académica del Doctorado en Ciencias Naturales (DCN)	
13.1.4. Recursos materiales	
13.1.5. Recursos físicos, equipo científico	
13.1.6. Estrategias de desarrollo	
14. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR	54
ANEXOS	56
Anexo I	57
Anexo II	67



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 la salud, en el ambiente y en el campo. Debido a esto, 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. Es necesario incorporar los desarrollos tecnológicos emergentes a los nuevos planes de estudios, lo que permitirá contar con expertos capaces de innovar y generar nuevos productos, diseños, procesos y servicios. Estos especialistas contarán con mejores herramientas para lograr ventajas competitivas en la economía, lo que permitirá alcanzar un desarrollo económico sustentable. Asimismo, es indispensable generar y transferir tecnologías propias sustentadas en el conocimiento de frontera con carácter competitivo e innovador en las áreas de incidencia de las Dependencias de Educación Superior (DES) de Ciencias Naturales.

La DES de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), cuenta con un Programa Educativo (PE) de Doctorado en Ciencias Naturales (DCN). Este PE está orientado a la formación de investigadores de alto nivel en áreas multidisciplinarias como son la Biotecnología, y Biología Evolutiva. Este PE 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) y Facultad de Ciencias Biológicas (FCB). Esta integración de unidades permite el fortalecimiento de una 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 estos PITC, se identificaron fortalezas y sinergias, que permitieron proponer el PE de DCN el cual cumple con los indicadores establecidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

La integración de este posgrado fortalece la colaboración entre unidades académicas de la DES de CN y permite la colaboración de PITC de otras DES, para maximizar 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.

El programa es una alternativa de posgrado que reúne las características de desarrollo académico previstas por la Secretaría Académica y la Dirección General de Educación de Posgrado de la UAEM. Dicho programa fue elaborado conforme al documento “Lineamientos de Diseño y Reestructuración Curricular”, aprobado por el H. Consejo Universitario de la UAEM en agosto de 1999.

En el año 2011 se propuso la re-estructuración del plan de estudios del DCN, con una duración de cuatro años (8 semestres), misma que fue aprobada en sesión plenaria del Consejo Universitario. La estructura y organización del plan de estudios se basa en un sistema tutorial con enfoque constructivista. Además, tiene como una de sus características fundamentales la flexibilidad curricular, lo que permite la movilidad de los estudiantes.

En esta ocasión se presenta la revisión del PE del DCN en la que se actualizó la información existente y se revisaron con detalle algunos puntos particulares que se presentan a continuación:

En el primer apartado se hace la PRESENTACIÓN del Plan de Estudios y en él se describen brevemente los aspectos socioeconómicos y de desarrollo tecnológico que dieron lugar a la elaboración del mismo.

En el segundo apartado, JUSTIFICACIÓN, se actualizan la pertinencia del programa con las políticas nacionales e institucionales de los programas de posgrado, haciendo referencia a la relevancia del DCN y su impacto científico y tecnológico.

El tercer apartado se refiere a la FUNDAMENTACIÓN de dicha reestructuración que se basa en las políticas nacionales e institucionales, la descripción breve de los aspectos socioeconómicos, el campo científico y técnico del área de CN y la actualización de los datos de oferta y demanda educativa donde se muestra la pertinencia de este programa.



En el cuarto apartado se presentan los OBJETIVOS Y METAS DEL DOCTORADO: en el que se plantean objetivos generales, particulares y metas que fueron reestructurados con el propósito de mejorar la operatividad del programa para lograr su consolidación.

En el apartado cinco, se describe el PERFIL DEL ESTUDIANTE, donde se establecen los requisitos que deben cumplir los candidatos para ingresar al DCN, así como las capacidades y habilidades con las que egresan.

En el apartado seis, ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS, se describe la organización del plan de estudios del Doctorado quedando conformado en dos áreas que son biotecnología y biología evolutiva y conservación, contando cada una de estas con dos Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC).

Las LGAC del programa son las siguientes: en el área de Biotecnología 1. Producción de Moléculas Bioactivas y 2. Tratamiento Biotecnológico de Residuos y Biorremediación de Sitios Contaminados; en el área de Biología Evolutiva y Conservación 1: Biología Evolutiva 2. Manejo de Recursos Naturales y Conservación.

Este plan de estudios cubre un total de 135 créditos con una duración promedio de cuatro años.

En el apartado siete, MAPA CURRICULAR, se presentan en forma de tabla los seminarios que conforman los ejes teórico y de investigación, con sus horas y créditos correspondientes.

En el apartado ocho, PROGRAMA DE ESTUDIO, se describe el nombre de los seminarios, sus objetivos, el perfil de profesor, contenido temático, método de evaluación y referencias.

En el apartado nueve, SISTEMA DE ENSEÑANZA, se menciona que el programa educativo aquí presentado se caracteriza por ejercer un modelo en el que se enfatiza la adquisición de habilidades a través de combinar teoría y práctica. El papel del docente en el posgrado se caracteriza por su compromiso con el proceso de enseñanza. Así mismo, construirá conocimientos con los estudiantes y se mantendrá a la vanguardia de los avances científicos y tecnológicos de su área.



El apartado diez, EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE, muestra el sistema de evaluación que se aplicará al estudiante en el transcurso de su estancia en este programa. Establece que la evaluación está integrada en las actividades realizadas y en consecuencia se adapta a las modalidades de éstas y sus variables cognoscitivas. La evaluación de la enseñanza se lleva a cabo en forma continua en lugar de centrarla toda en una evaluación terminal.

En el apartado once, MECANISMOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO, se establecen los requisitos que deben cumplir los aspirantes para ingresar al DCN, las actividades de permanencia y los requisitos para egresar.

En el apartado doce, TRANSICION CURRICULAR, se establecen los mecanismos para homologar el cambio entre planes de estudio.

El apartado trece, OPERATIVIDAD Y VIABILIDAD DEL PLAN DE ESTUDIOS, presenta la administración del programa que está organizada: con diferentes comisiones que apoyan la selección de los aspirantes, el seguimiento, la permanencia y la graduación de los estudiantes. Y se muestra el organigrama del programa vigente en base a los lineamientos de la UAEM. Se describen los espacios físicos con los que cuenta la DES de Ciencias Naturales para el desarrollo del programa. Además se describen los apoyos institucionales y externos que permiten la adquisición de recursos materiales para el buen funcionamiento del programa.

Finalmente, en el apartado catorce, SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR, se establece que la Comisión Académica de Seguimiento del DCN, vigile el cumplimiento de los objetivos y metas estipulados en el plan de estudios así como detecte y sugiera correcciones a las posibles deficiencias académicas del mismo.

2. JUSTIFICACIÓN

El Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2012-2018¹ de la UAEM, en su apartado de políticas y programas institucionales, sobre la calidad y pertinencia de la oferta; se menciona que los posgrados deben ser evaluados en su totalidad de forma permanente, y de acuerdo con los criterios e indicadores institucionales establecidos, mismos que permitan asegurar y garantizar la calidad, pertinencia e impacto social del PE. Cumpliendo con esta meta, se realizó una revisión del documento y se propone la actualización del plan de estudios del DCN en los siguientes puntos: requisitos para la obtención de grado, planta académica, total de horas de los seminarios temáticos, temporalidad del examen de inglés, permisos de movilidad, reportes tutorales y perfiles de ingreso y egreso.

El (PIDE) 2012-2018 de la UAEM, en sus retos estratégicos, señala que la universidad debe ofrecer posgrados innovadores, de calidad y con pertinencia social, mismos que respondan a las exigencias actuales.

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.

La misión y visión de la DES² de CN, es buscar fortalecer el impacto de los PITC en la docencia y formación de recursos humanos, tanto a nivel de licenciatura como de posgrado. Se enfoca en el estudiante como el punto central del proceso de enseñanza-aprendizaje y sustenta este proceso en la calidad académica, la integración de escenarios de aprendizaje 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, con el compromiso de atender las demandas a nivel regional y nacional, buscando la pertinencia. Además, intenta que el programa sea particularmente cuidadoso con el seguimiento pertinente del estudiante para asegurar la eficiencia terminal. Asimismo, es importante que permita aprovechar eficientemente los recursos humanos y mantenga las peculiaridades de las LGAC. La integración de este posgrado fortalece la

¹ Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2012-2018

² .www.uaem.mx

colaboración entre unidades académicas de la DES de CN y permite la colaboración de PITC de otras DES, para maximizar 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.

Este PE fundamentó su creación en la capacidad de la planta académica que conforma la DES de CN, cuyos indicadores han evolucionado de manera positiva en años recientes, incrementándose el porcentaje de PITC con reconocimiento de perfil deseable y pertenecientes al SNI, así como su grado de habilitación y actualización. El 100 % de los PITC del núcleo básico que conforma el DCN se han organizado en CA que desarrollan diferentes líneas de investigación y han participado activamente en la planeación, autoevaluación y desarrollo de este PE.

El DCN tiene relevancia y pertinencia, debido a que las Ciencias Naturales son fundamentales para el desarrollo y proyección que busca la UAEM en los procesos de mayor impacto científico y tecnológico. Una gran diversidad de aplicaciones científicas sustentan 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.

3. FUNDAMENTACIÓN

3.1. Vinculación de la propuesta con las políticas educativas y el plan institucional

Como fue plasmado en el Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018³ 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 contexto de la modernización de la estructura del Estado, uno de los factores de mayor relevancia es el sector educativo. El Plan Sectorial de Educación 2013-2018⁴ y el PIDE-UAEM 2012-2018 señalan que la educación debe estar orientada al logro de las competencias que se requieren para alcanzar un desarrollo democrático y social adecuado. 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.

Por otro lado, como fue plasmado en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018⁵, México enfrenta el reto de impulsar el posgrado 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. La política de posgrado de la UAEM plantea ofrecer PE que sean pertinentes con las necesidades del estado y se mantengan a la vanguardia en la generación del conocimiento de cada disciplina. 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. Descripción breve de aspectos socioeconómicos

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018⁵ señala que es fundamental apoyar algunas áreas estratégicas que ya han alcanzado logros importantes entre las que se han destacado la biotecnología y el medio ambiente. También se indica que se requiere consolidar la continuidad de los apoyos para que los investigadores mexicanos puedan abordar problemas científicos y

³ Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018

⁴ Plan Sectorial de Educación 2013-2018

⁵ Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018



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

El modelo de desarrollo nacional ha propiciado la reducción de la riqueza biológica promoviendo monocultivos, ganadería extensiva y paquetes tecnológicos para agrosistemas no sustentables, soslayando la importancia de la diversidad biológica. En el contexto de la modernización de la estructura del Estado, uno de los factores de mayor relevancia es el sector educativo. Con respecto a la Educación Superior, el Programa Sectorial de Educación 2013-2018 y el PIDE-UAEM 2012-2018, señalan que es fundamental atender los aspectos relacionados con la cantidad y calidad de los programas educativos, así como con su pertinencia en función de las demandas de la sociedad. Particularmente, la política de posgrado de la UAEM plantea ofrecer PE que sean pertinentes con las necesidades del Estado y se mantengan a la vanguardia en la generación del conocimiento de cada disciplina.

Una de las grandes demandas y preocupaciones de la sociedad es lograr 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 duplicado en las últimas décadas y el consumo de bienes y servicios se ha triplicado, esto ha llevado a una profunda modificación de nuestra relación con el entorno natural. Por otro lado, hay 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 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 educación superior 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 nivel superior 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, 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.

Por esto, se considera prioritario el contar en la UAEM con un programa de doctorado dirigido a enfrentar estos grandes retos, referidos a la conservación de los recursos naturales y desarrollo biotecnológico en el estado de Morelos y en el país.

El DCN atiende esta problemática mediante la preparación de cuadros profesionales, capaces de aportar proyectos pertinentes para la conservación de los recursos naturales y proporcionar desarrollos biotecnológicos.

3.3. Origen y desarrollo histórico de la disciplina

La conservación de los recursos naturales es relativamente nueva, nace a mediados de los años 80's, basada en la necesidad y demanda social por preservarlos 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 han creado y mantienen la diversidad biológica. En este sentido, se ha fortalecido la necesidad de 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 para los sectores de salud, agropecuario y alimentario, a través de procesos biológicos tecnificados, conduce al surgimiento de la biotecnología, la cual se ha revolucionado a partir de la aparición de la biología molecular, la ingeniería genética, las técnicas de ADN recombinante y la biología sintética y de sistemas. 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 los sistemas biológicos (microorganismos, plantas y animales). En el ámbito de la salud, la biotecnología ha influido

positivamente en la calidad de vida de las personas y ofrece nuevas oportunidades en las áreas de diagnóstico, prevención, tratamiento de enfermedades y rehabilitación de los enfermos.

A partir del año 2000, con el advenimiento de las técnicas de secuenciación masiva de ácidos nucleicos 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 el de la salud, el agropecuario, el industrial y el del ambiente.

La creación de CA en la UAEM ha permitido atender algunas de las problemáticas antes mencionadas; debido a ello en el 2009 se da la apertura del DCN reconocido por el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), el cual contempla el desarrollo de las áreas de biotecnología, y biología evolutiva y de conservación.

El PE del DCN, contempla todos estos conocimientos y tecnologías emergentes, manteniendo apertura para la incorporación de las nuevas tendencias y desarrollos científicos.

3.4. Estudios sobre el campo profesional y el mercado de trabajo

Es evidente que 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. Esta disciplina del conocimiento es un campo potencial de desarrollo para los egresados de este posgrado. Es importante mencionar que la docencia y la investigación en Ciencias Naturales se encuentran naturalmente vinculadas, lo que permite una formación integral de nuestros estudiantes, quienes se insertarán con facilidad a los sectores antes referidos

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 ofrece una alternativa a los sistemas productivos y económicos actuales con la formación de investigadores altamente



calificados. Esto apoyará en forma significativa la calidad de los PE de nivel superior que sirven de sustento a proyectos de aplicación inmediata, demandados por instancias públicas, privadas y ONG, como está plasmado en los Planes Nacional y Estatal de Desarrollo (2013-2018). Tales proyectos atienden áreas como son: 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.

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 de especialización. Algunos sectores a nivel internacional, nacional y estatal donde pueden incidir son: salud, agropecuario, alimentario, energético, productos químicos, ambiental y de desarrollo social.

En el estado de Morelos los sectores agropecuario e industrial tienen especial importancia, y demandan la incorporación de recursos humanos especializados. Los egresados del DCN pueden incorporarse al sector industrial del Valle de Cuernavaca, en empresas farmacéuticas, producción de agroquímicos, cosmética entre otros. Además se podrán incorporar a instituciones y dependencias de investigación y desarrollo tanto públicas o privadas tales como SAGARPA, INIFAP, SEMARNAT, centros de investigación, universidades, y ONG, entre otros.

3.5. Datos de oferta y demanda educativa

En cuanto a la oferta, de un total de 1876 programas de posgrado de calidad vigentes en el país (www.conacyt.gob.mx, 2015) sólo el 7.5%, corresponden al área de las Ciencias Biológicas, de estos 143 son programas de doctorado (Tabla 1). El DCN que propone la UAEM, con las áreas terminales de Biotecnología y Biología Evolutiva y Conservación, no tiene paralelo alguno con los programas de posgrado que ahora se ofrecen a nivel nacional.

En relación a la demanda, de acuerdo con datos del CONACYT (2015), existen 406 PE de maestría orientados a la investigación en Ciencias Naturales que han sido reconocidos en el PNPC (áreas II, IV, VI y VII, CONACYT), y que cuentan con diferentes grados de consolidación. Considerando que de cada uno de estos PE egresan en promedio 10 maestros en ciencias, se tendría un total de 4060 egresados por año. Esto refleja que existe una demanda potencial de maestros en ciencias que buscan integrarse a un programa de doctorado. Actualmente se cuenta con estudiantes procedentes de UAEMor, UPEMOR, IPN, UAM, UAQ, INECOL,

UAEMex, UNAM, Así como de universidades extranjeras: JIWAJI UNIVERSITY GWALIOR de la India, ISPJAE de Cuba y la Universidad Internacional de Andalucía de España.

En el DCN desde su creación a la fecha, ha incrementado 4.5 veces el ingreso de estudiantes. Actualmente el doctorado cuenta con una matrícula de 54 estudiantes, de los cuales 37 (68.5%) son egresados de maestrías de la UAEM, 17 (30.5 %) de otras instituciones, y de estos últimos el 23.5 % son de otros países.

3.6. Análisis comparativo con otros planes de estudio

Los programas de doctorado relacionados con el área de las Ciencias Naturales son diversos, algunos ejemplos se presentan en la Tabla 1. De los programas hasta ahora registrados en el PNPC, ninguno de ellos considera en su plan de estudios la integración de la Biotecnología con la Biología Evolutiva y la Conservación, lo cual dificulta un análisis comparativo. El único programa que contempla parte de esta innovación es el Doctorado en Ciencias Ecología y Biotecnología Aplicada de la Universidad Veracruzana (UV), pero deja fuera la Conservación. Cabe señalar que este programa es de reciente creación. Para tener un comparativo de nuestro plan de estudios con los ya establecidos, consideramos aquellos más cercanos: el Doctorado en Ciencias en Desarrollo en Productos Bióticos del IPN y el Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) (Tabla 2).

Tabla 1. Algunos programas de doctorado en México en el área de las Ciencias Biológicas, consolidados (14) y en desarrollo (7).

No.	CVE	Institución	Nombre del programa	Estatus
3594	001887	Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.	Doctorado en Ciencias (Ciencias Biológicas)	Consolidado
130	000199	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN	Doctorado en Ciencias en la Especialidad de Biotecnología	Consolidado
129	001338	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.	Doctorado en Ciencias en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales	Consolidado
239	001284	El Colegio de la Frontera Sur	Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable	Consolidado
628	001714	Universidad Autónoma de Aguascalientes	Doctorado en Ciencias Biológicas	Consolidado

481	001415	Universidad Autónoma de Nuevo León	Doctorado en Ciencias con Especialidad en Manejo de Recursos Naturales	Consolidado
979	000547	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Doctorado en Ciencias Ambientales	Consolidado
1038	002473	Universidad Autónoma de Sinaloa	Doctorado en Biotecnología	Consolidado
1170	001556	Universidad Autónoma del Estado de México	Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales	Consolidado
1469	001795	Universidad de Guanajuato	Doctorado en Ciencias (Biología)	Consolidado
1631	000210	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas	Consolidado
1690	000291	Universidad Nacional Autónoma de México	Doctorado en Ciencias Biológicas	Consolidado
834	000443	Universidad Autónoma de Nuevo León	Doctorado en Ciencias Especialidad en Biotecnología	Consolidado
1138	000652	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	Doctorado en Ciencias en Biodiversidad Y Conservación	En Desarrollo
645	000504	Universidad Autónoma de Baja California	Doctorado en Ecología Molecular y Biotecnología	En Desarrollo
293	000640	Instituto de Ecología, A.C.	Doctorado en Ciencias	Consolidado
280	000821	Instituto Politécnico Nacional	Doctorado en Ciencias En Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales	En Desarrollo
1345	003173	Universidad de Guadalajara	Doctorado en Ciencias en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas	En Desarrollo
845	000407	Universidad de Sonora	Posgrado en Biociencias	En Desarrollo
1798	000722	Universidad Veracruzana	Doctorado en Ecología Tropical	En Desarrollo
1057	000751	Universidad Veracruzana	Doctorado en Ciencias Ecología y Biotecnología	En Desarrollo

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 re-estructurada).

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 PE del 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, la propuesta 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 PE.

5) Contempla la flexibilidad curricular:

a) Eliminando la seriación en los seminarios.

b) Incorporando 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, simposio y coloquios, entre otros.

c) Fomentando la movilidad académica del estudiante hacia otras unidades académicas de la UAEM y otras instituciones educativas nacionales y extranjeras.

d) Fomentando estancias académicas y de investigación para estudiantes y profesores en sectores productivos y académicos, entre otros.

e) Permitiendo 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) Contemplando la posibilidad de que investigadores nacionales y extranjeros realicen estancias posdoctorales en relación con las LGAC de este posgrado.

3.7. Análisis del plan de estudios

La Comisión de Seguimiento del PE del DCN, se reúne cada semana, con el fin de analizar las áreas de oportunidad en cuestión administrativa y académica. Se consta de bitácoras donde hay acuerdos y acciones a realizar. En la reestructuración de PE 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 ingles, permisos de movilidad, reportes tutorales, perfiles de ingreso y egreso, tutores externos.

Dicha Comisión se reúne con el equipo de trabajo de la Dirección General de Educación de Posgrado (DGEP), que es el sector teórico metodológico, para realizar el análisis de congruencia del plan de estudios, revisar el objetivo general, los particulares, las metas que son

cualitativas, los perfiles de ingreso y egreso, 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. La DGEP avala todo este proceso y es el medio para poder acceder a su aprobación por la instancia máxima de la UAEM, que es el Consejo Universitario (CU).

En relación a la evaluación externa, en la evaluación plenaria del 2009 por parte de CONACyT, año de ingreso al PNPC, se tuvieron las siguientes observaciones:

- 1.- Actualmente el programa no cuenta con un programa de becas que garantice la permanencia y dedicación de tiempo completo de los estudiantes.
- 2.- Requiere apoyo para la participación de los estudiantes en eventos académicos.
- 3.- En dos LGAC cuenta únicamente con dos PTC.

Cada una de dichas observaciones ha sido solventada, actualmente se cuenta con un programa de becas que permiten que los estudiantes sean de tiempo completo, para la participación de los estudiantes en eventos académicos se cuenta con los siguientes apoyos: FECES FOMIX, PIFI, PROFEDES y proyectos de Investigación de los miembros del NAB. Y en cuestión de las LGAC del programa, se ha hecho una distribución en base a su productividad y se redujeron de 9 a un total de 4.

El DCN es un programa de reciente creación, la primera generación cuenta con una eficiencia terminal de 50% y una tasa de graduación del 100%. A la fecha ha desertado el 0.53% de la matrícula total, y solicitaron su baja definitiva el 1.06 %.

4. OBJETIVOS CURRICULARES

4.1. Objetivo General

Formar doctores especializados en procesos biotecnológicos, evolutivos o de conservación de recursos naturales, capaces de realizar investigación científica de alta calidad 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.

4.2. Objetivos Particulares

- Desarrollar capacidades y habilidades para participar y colaborar en grupos de investigación en las áreas de Biotecnología o Biología Evolutiva y Conservación.
- Formar recursos humanos capaces de generar proyectos de investigación que promuevan la colaboración académica con grupos de investigación nacional e internacional.

4.3. Metas

- Graduar a los estudiantes en el tiempo estipulado.
- Incrementar las colaboraciones con los sectores de investigación, educativo e industrial, que contribuyan a generar publicaciones científicas y patentes.
- Incrementar la movilidad de los estudiantes a nivel nacional e internacional.

5. PERFIL DEL ESTUDIANTE

5.1. Perfil de Ingreso

El aspirante a ingresar a este programa deberá:

- Tener el grado de maestría en áreas afines con las Ciencias Naturales.
- Contar con habilidades para desarrollar trabajo experimental en el laboratorio o en el campo.
- Tener la capacidad para plantear y desarrollar proyectos de investigación sobre desarrollo biotecnológico, biología evolutiva, y conservación de los recursos naturales.
- Comprender textos en inglés.
- Contar con la capacidad de análisis y manejo de información científica.
- Tener pensamiento crítico y argumentación con bases científicas.
- Mostrar una actitud con alto sentido de responsabilidad, ética, compromiso y motivación.

5.2. Perfil de Egreso

Los egresados del Doctorado en Ciencias Naturales habrán adquirido conocimientos sólidos y actualizados en una de las LAGC del PE, y contarán con capacidades y habilidades para:

1. Desarrollar investigación original y de frontera en las áreas de la Biología Evolutiva, Conservación de los Recursos Naturales o Biotecnología.
2. Identificar problemas en los sectores ambiental, agrícola y de salud, y coadyuvar a la solución de los mismos.
3. Contar con la capacidad para la formación de recursos humanos.
4. Desarrollar capacidades que les permitan formar y dirigir grupos de investigación en el área de las Ciencias Naturales.
5. Difundir el conocimiento generado a través de artículos científicos, libros y reuniones académicas, entre otros.

6. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

Este PE está orientado a la formación de investigadores de alto nivel en áreas multidisciplinarias como son la Biotecnología y Biología Evolutiva y Conservación. Cada una de estas áreas, cuentan con 2 LGAC, donde se tiene la oportunidad de desarrollar un proyecto de investigación

6.1 Ejes formativos

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.

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 siete seminarios de investigación equivalentes a 119 créditos.

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

6.2. Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)

Este PE otorga el grado de Doctor en Ciencias Naturales y contempla la formación de recursos humanos en dos áreas, cada una a su vez cuenta con dos (LGAC).

Área de Biotecnología

1) Producción de Moléculas Bioactivas: 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.

2) Tratamiento Biotecnológico de Residuos y Biorremediación de Sitios Contaminados:

Se dirige a la utilización de sistemas biológicos para la restauración de sitios contaminados con xenobióticos. En particular al uso de microorganismos (hongos y bacterias), así como enzimas, para reducir la contaminación por compuestos tóxicos (hidrocarburos del petróleo, organoclorados o colorantes textiles).

Área de Biología Evolutiva y Conservación

1) Biología Evolutiva: Se centra en generar conocimiento científico sobre diferentes facetas de la diversidad biológica, teniendo como eje unificador a la teoría evolutiva. El conocimiento se genera abordando los diferentes niveles jerárquicos de la biodiversidad, con enfoques genéticos, poblacionales y de comunidades.

2) Manejo de Recursos Naturales y Conservación: El objetivo de esta línea es generar información sobre la diversidad biológica y cultural que pueda ser utilizada para promover su conservación. 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.

6. 3. Seminarios

6.3.1. 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. 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.

6.3.2. 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.

En el seminario de investigación "comunicación de resultados", el estudiante debe llevar a cabo dos actividades del siguiente listado:

- Asistir a un evento académico nacional/internacional como ponente.
- Publicar un artículo de revisión.
- Integrarse a una actividad de docencia en programas de licenciatura, maestría, o educación continua, relacionados con el área (total de horas 18 en el semestre).
- Realizar una estancia de investigación nacional/internacional.

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 siete seminarios (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.

Tabla 3: Seminarios de Investigación

Seminario de Investigación	Contenido	Créditos	Avance de Tesis (%)
Estado del Arte	Revisión bibliográfica del tema de investigación y presentación del proyecto (de acuerdo con lo mencionado en el apartado de enseñanza y aprendizaje) y cronograma de actividades.	17	14
Metodología	Establecimiento, desarrollo y optimización de procedimientos metodológicos relacionados al proyecto.	17	28
Fase Inicial	Actividades de investigación dirigidas a obtener resultados preliminares.	17	42
Fase de Desarrollo	Generación de datos dirigidos a cumplir los objetivos del proyecto.	17	56
Análisis de Resultados	Análisis de datos generados del proyecto y aplicación de procedimientos estadísticos que corroboran la hipótesis de trabajo.	17	70
Integración de Resultados	Discusión de resultados obtenidos y conclusiones	17	84
Comunicación de Resultados	Presentación de resultados finales en diversos foros en forma escrita y oral	17	100

6.3.3. Examen de permanencia

Este examen representa la permanencia en el programa para los aspirantes a obtener el grado de doctor y debe ser presentado al iniciar el tercer semestre. El estudiante deberá demostrar ante un comité *ad hoc* (de tres miembros con un miembro de su comité tutorial, excepto su tutor o co-tutor) en la modalidad que se le solicite, que posee el conocimiento necesario en los temas relacionados con la LGAC en la que se inserta su trabajo de investigación. En caso de no aprobar este examen y a criterio del comité, el estudiante tendrá una última oportunidad de presentarlo antes de concluir dicho semestre.

6.3.4. 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 (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 a partir del séptimo semestre (como se especifica en los requisitos de egreso). Como máximo deberá acreditarse en el octavo semestre. En caso de no aprobar este examen y a criterio del jurado, el estudiante tendrá una última oportunidad de presentarlo dos meses después de su primer intento.

6.3.5. 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. El examen consistirá en la presentación del manuscrito de tesis y su defensa oral.

6.4. Vinculación

A la fecha 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. Asimismo, se tienen formalizado un convenio de colaboración entre el Centro de Investigación en Biotecnología y la Universidad de Picardie Jules Verne, Francia Por otro lado, 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) y otro convenio con el Instituto Nacional de Ecología (INE).

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), Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), 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.

6.4.1. Movilidad estudiantil

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. En tanto que se pueda acceder a los apoyos financieros obtenidos a partir de diversas instancias (PIFI, Becas Bancomer, Santander, Mixtas (CONACyT), de Redes Temáticas y Cuerpos Académicos y por proyectos individuales), se logrará la movilidad de la mayoría de los estudiantes. Así mismo la UAEM a través de la Secretaría Académica cuenta con la Dirección de Desarrollo Académico (DIDEAC) que coordina los Fondos para el Otorgamiento de Becas de Movilidad Estudiantil. El estudiante deberá informar a la Comisión de Seguimiento el programa de la estancia previamente avalado por el tutor. La estancia deberá incluir un seguro de gastos médicos gestionado por su tutor.

Para la asistencia a congresos, los estudiantes deberán presentar avances de sus trabajos en reuniones de nivel nacional e internacional y a su regreso del evento, deberán presentar la constancia de asistencia ante la Comisión Académica de Seguimiento.

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

6.5 Asignación del sistema de créditos.

El establecimiento de créditos del DCN se realizó conforme a los lineamientos para el diseño y reestructuración curricular en la UAEM. De acuerdo con este sistema de créditos, cada hora teórica corresponde a dos créditos y por cada hora experimental se asigna un crédito.

En conclusión, el estudiante del doctorado deberá cumplir con un total de ciento treinta y cinco créditos, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la UAEM y por la SEP (superior a 100 créditos) para obtener el grado de Doctor en Ciencias Naturales. Sólo es posible cursar el DCN con antecedentes previos de maestría. El plan de estudios y la asignación de créditos se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Asignación de créditos en el plan de estudios del Doctorado Ciencias Naturales (con antecedente de maestría).

<i>Actividades académicas</i>	<i>Número</i>	<i>Créditos</i>	<i>Acreditación</i>	<i>Créditos totales</i>
Seminarios Temáticos	2	8		16
Seminarios de Investigación	7	17		119
Examen de Permanencia	1	0	AC	0
Examen Predoctoral	1	0	AC	0
Total				135

6.6 Sistema tutorial

6.6.1. Sistema de tutorías

El tutor principal (director de tesis), es el responsable de orientar y supervisar el proceso de investigación que desarrolla el estudiante.

El sistema de tutorías brinda un seguimiento cercano del estudiante con el fin de mantener un alto nivel de formación académica y garantizar la eficiencia terminal. Dicho sistema consiste en asignar a un PITC del núcleo de profesores del DCN como director del trabajo de tesis, quién supervisará el desempeño académico del estudiante. Además, se designará un comité tutorial conformado por cinco investigadores, de los cuales al menos tres deberán pertenecer a la DES de Ciencias Naturales y un máximo de dos podrán ser profesores externos. En casos

especiales, un estudiante podrá tener un co-tutor (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.

6.6.2. De la selección del tutor principal y estructura del proyecto 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 PE de 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.

6.6.3. Procedimiento para la integración de Comités Tutorales

1. La comisión académica del PE de DCN, a propuesta del director principal, designará al comité tutorial del estudiante, que deberá estar conformado por 5 investigadores, de los cuales al menos tres deberán pertenecer a la DES de Ciencias Naturales y máximo dos podrán ser profesores externos. En casos especiales, un estudiante podrá tener un co-tutor, previo análisis y autorización de la comisión académica. El director de tesis formará parte de este comité tutorial.
2. El estudiante presentará siete evaluaciones tutorales, una por semestre.
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.
 - c) Reunirse con el estudiante, de forma oficial, en los periodos asignados para la realización de evaluaciones tutorales.
 - d) Otorgar el visto bueno al trabajo cuando éste se encuentre debidamente terminado para que el estudiante proceda a la obtención del grado.

- e) El comité tutorial podrá recomendar un mayor número de evaluaciones tutorales sin valor curricular., además de las señaladas en el RGEP.
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) Presentar en forma oral las evaluaciones tutorales en las fechas programadas.
 - d) Discutir permanentemente el trabajo académico con los tutores, tanto en forma colegiada como individual.
 - e) Para cualquier cambio en las fechas programadas para la presentación de la evaluación tutorial, el estudiante deberá presentar una justificación por escrito dirigida a la comisión académica, con el visto bueno del director de tesis. En casos de incumplimiento, se aplicará lo previsto en la sección “criterios de evaluación” y en el RGEP.
6. Para la presentación de la evaluación tutorial, deberán estar presentes al menos tres miembros del comité tutorial.
7. Cada uno de los miembros del comité tutorial deberá asignar una calificación numérica en cada uno de los rubros señalados en las actas de evaluación.
8. La calificación final de la evaluación tutorial será el promedio de las calificaciones otorgadas individualmente por los miembros del comité tutorial.
9. 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, previa autorización del comité tutorial y de la comisión académica.

7. MAPA CURRICULAR

El mapa curricular correspondiente 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(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(Comunicación de resultados)	5	7	17
	Examen de Permanencia			0
	Examen Predoctoral			0
Número total de créditos 135				

7.1. Flexibilidad curricular

El mapa curricular propone los tiempos sugeridos para las actividades académicas. Debido a la flexibilidad del programa, se podrán adelantar las actividades académicas según el desempeño del estudiante de común acuerdo con el comité tutorial, avalado por la comisión académica del programa. La duración del programa del doctorado es de cuatro años, en casos excepcionales el estudiante podrá completar el programa del DCN en tres años. El estudiante podrá cursar un máximo de dos seminarios temáticos por semestre, Así mismo para el caso de los seminarios de investigación también podrá acreditar dos por semestre.

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

- a) No hay seriación en los seminarios.
- b) El plan de estudios posibilita la movilidad académica de estudiantes hacia otras unidades académicas de la UAEM y otras instituciones educativas nacionales y extranjeras, así como la realización de estancias en otras instituciones, asistencia y participación en congresos, simposio y coloquios, entre otros.
- c) Se fomentan estancias académicas y de investigación para profesores en los sectores productivos y académicos, entre otros.
- 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.
- e) Contempla la posibilidad de que investigadores nacionales y extranjeros realicen estancias posdoctorales en relación al posgrado fortaleciendo las LGAC.

7.1.1. Ejemplos de trayectoria curricular académica

En las siguientes páginas se esquematiza la programación ideal por semestre, de las actividades que se llevarán a cabo a lo largo del Doctorado en Ciencias Naturales: tomando como ejemplos dos de las 4 LGAC que sustentan el programa.

EJEMPLO DE LA TRAYECTORIA ESCOLAR DE UN ESTUDIANTE

Ejes/semestres	1er. semestre	2º. Semestre	3er. semestre	4º. Semestre	5º. Semestre	6º. Semestre	7º. Semestre	8º. Semestre	
Investigación Teórico	LGAC: Manejo de recursos naturales y conservación								
	Seminario Temático: Aportes del conocimiento ecológico tradicional para la conservación de la biodiversidad	Seminario Temático: Estadística univariada aplicada							
	LGAC: Producción de moléculas bioactivas								
	Seminario Temático: Biotecnología vegetal, Aplicaciones agrícolas e industriales	Seminario Temático: Diseño experimental en Biotecnología							
Investigación	Investigación (Estado del arte)	Investigación (Metodología)	Investigación (Fase Inicial)	Investigación (Fase del desarrollo)	Investigación (Análisis de resultados)	Investigación (Integración de resultados)	Investigación (Comunicación de resultados)	Investigación (Conclusión de escritura de tesis)	
	Estancia de investigación y actividad académica								
				Artículo aceptado o publicado.					
			<u>Examen de permanencia</u>					Validación de actividades académicas <u>Examen predoctoral</u>	<u>Examen de grado</u>



8. PROGRAMAS DE ESTUDIO

En esta sección se hace una descripción detallada de los contenidos temáticos de los seminarios y se presenta en el Anexo 1.

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.



9. SISTEMA DE ENSEÑANZA

El Programa de Doctorado está estructurado mediante dos ejes formativos, uno teórico y uno de investigación, ligados a las cuatro LGAC a través de un sistema de tutorías que garantiza la adecuada formación del estudiante.

El Programa de Doctorado está basado en el modelo educativo constructivista centrado en el aprendizaje significativo de los estudiantes., y contempla un sistema de tutorías. Este modelo contribuye al aprendizaje de contenidos genéricos y específicos de las disciplinas académicas y de competencias profesionales, permite 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 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 problemas. Es una estrategia de enseñanza y aprendizaje en la cual un grupo de estudiantes se reúne para resolver un problema seleccionado o construido especialmente para lograr ciertos objetivos de aprendizaje. En esta modalidad de enseñanza los estudiantes trabajan en equipo, localizan recursos para resolver el problema y aplican el conocimiento en diversos contextos. Los estudiantes son considerados sujetos que pueden

aprender por cuenta propia y asumen la responsabilidad de ese proceso; experimentan el aprendizaje en un ambiente cooperativo. Por su parte, los profesores tienen el rol de facilitador, guía, asesor y co-aprendiz e interactúan con los estudiantes ofreciéndoles retroalimentación; además de orientarlos en la búsqueda de los elementos para resolver el problema. Complementariamente, diseñan y ajustan los contenidos del seminario temático a partir de problemas relevantes, próximos a la vida real.

3) Aprendizaje basado en proyectos. En general, consiste en el desarrollo de experiencias de aprendizaje que involucran 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.

4) 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.

5) 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 de comunicación escrita para difundir el conocimiento generado.

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>	Regular
Contenido	Abundancia de material claramente relacionado con la tesis que expone; los puntos principales se desarrollan con claridad y toda la evidencia da sustento a la tesis; empleo variado de materiales y fuentes.	Información suficiente que se relaciona con la tesis expuesta; muchos puntos están bien desarrollados, pero hay un equilibrio irregular entre ellos 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 propia.	La presentación es repetitiva con poca o ninguna variación; empleo insuficiente de medios y materiales
Material	Empleo balanceado de materiales y multimedia; se usan adecuadamente para desarrollar la tesis expuesta; el empleo de 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



	variado y apropiado		se vincula claramente con la tesis.	de alguno, no suficiente de otro.
Habilidades expositivas	Articulación pausada, claro; volumen apropiado, ritmo constante, buena postura; contacto visual; entusiasmo; seguridad	Articulación clara, pero no pulida.	Se habla entre dientes, farfullando; poco contacto visual; ritmo irregular; poca o nula expresividad.	Voz inaudible o muy alta; no hay contacto visual; el ritmo de la presentación es muy lento o muy rápido; el expositor parece poco involucrado y es monótono.
Respuesta de la audiencia	Involucra a la audiencia en la presentación, se exponen los puntos principales de manera creativa; mantiene todo el tiempo la atención de la audiencia.	Presenta los hechos con algunos giros interesantes; mantiene la atención de la audiencia la mayor parte del tiempo.	Algunos hechos están relacionados, pero se sale del tema y la audiencia se pierde; en su mayoría se presentan hechos con poca o ninguna imaginación.	Presentación incoherente; la audiencia pierde el interés u podría no entender el punto central de la presentación.
Duración de la presentación	± Dos minutos del tiempo asignado.	± Cuatro minutos del tiempo asignado.	± seis minutos del tiempo asignado.	Demasiado extensa o demasiado breve o más minutos por arriba o por abajo del tiempo Asignado.



11. MECANISMOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO

11.1. Requisitos de ingreso al Doctorado en Ciencias Naturales

1. Contar con el grado de maestría en áreas afines, a consideración de la comisión académica y con un promedio mínimo de 8.0 o su equivalente en otro sistema de calificación.
2. Presentar carta de solicitud de ingreso, que incluya la exposición de motivos y el compromiso de dedicar tiempo completo a los estudios de posgrado.
3. Presentar *curriculum vitae* con documentos probatorios.
4. Entregar dos cartas de recomendación académica.
5. Cubrir los trámites administrativos propios de la UAEM, (pago del proceso de selección e inscripción).
6. Presentar constancia de comprensión de lectura del idioma inglés emitida por el CELE o institución equivalente, con una vigencia no mayor a dos años.
7. Aprobar el examen general de conocimientos, mismo que está de acuerdo a la guía de estudios que se genera en cada convocatoria de ingreso.
8. Presentar y aprobar el examen psicométrico aplicado por profesionistas convocados por el DCN.
9. Aprobar una entrevista presentada ante la Comisión Académica de Admisión donde se analizarán sus aptitudes y actitudes.
10. Presentar por escrito y defender en forma oral su anteproyecto de tesis. Este proyecto debe presentarse ante un Comité *ad hoc*, quien en su caso recomienda el ingreso del candidato al posgrado.
11. Contar con un tutor principal de acuerdo al apartado 14. 2.1
12. En el caso de grados académicos expedidos por una institución de educación superior no incorporada al Sistema Educativo Nacional, los documentos debe estar debidamente legalizados para ser revalidados posteriormente por la universidad.
13. Para los extranjeros cuya lengua materna no sea el español, éstos debe acreditar el dominio del español, con una constancia emitida por el CELE o bien acreditando un curso.

Una vez evaluados todos los requisitos, el Comité Académico de Admisión decide la aceptación o no del candidato al programa del DCN.

Mecanismos de ingreso:

1. Medios de difusión: radio, prensa, díptico)
2. Publicación de convocatoria (marzo y octubre),
3. Recepción de documentos (marzo-mayo; octubre- 2da semana de noviembre),
4. Exámenes de conocimientos, psicométrico y evaluación del anteproyecto (junio y 3ra semana de noviembre-octubre de acuerdo a las fechas de convocatoria del CONACYT),
5. Entrevista ante la comisión académica de seguimiento del DCN
6. Aprobar el examen general de conocimientos, cuyo formato está preparado de acuerdo a la LGAC en la que se desee realizar su trabajo de investigación, seguir la guía de estudios de acuerdo al área seleccionada, que se publica en la convocatoria de ingreso.
7. Notificación de resultados a través de correo electrónico personalizado (3ra semana de junio y 2da semana de diciembre).

Etapas a evaluar	%
Examen de conocimientos	30
Presentación de anteproyecto	40
Examen psicométrico	10
Entrevista	20

11.2. Requisitos de Permanencia

1. Estar al corriente de los pagos de inscripción y reinscripción en cada período.
2. Obtener un promedio global mayor o igual a 8 y no acumular dos calificaciones reprobatorias en el transcurso del Plan de Estudios del Doctorado en Ciencias Naturales. 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.
3. En los seminarios de posgrado no existe acreditación mediante exámenes extraordinarios ni a título de suficiencia.
4. El estudiante debe presentar en el tercer semestre el examen de permanencia.
5. El estudiante debe presentar constancia de comprensión de lectura del idioma inglés emitida por el CELE, con una vigencia no mayor a dos años, como requisito para presentar su examen de permanencia.

11.3. Requisitos de egreso

1. Cubrir los créditos establecidos en el Plan de Estudios.
2. Realizar un trabajo de investigación original.
3. Aprobar el examen predoctoral.
4. Contar con un artículo aceptado o publicado en una revista indizada y con factor de impacto, que incluya los resultados obtenidos en su trabajo de tesis. Se sugiere enfáticamente que el artículo sea enviado durante el quinto semestre. El estudiante deberá ser el primer autor 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.

11.4. Causas de baja

Los estudiantes causarán baja semestral o definitiva de acuerdo con los lineamientos del 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, si el estudiante no logra acreditarlo en el primer intento, tendrá una segunda oportunidad para aprobarlo, durante el tercer semestre. En caso de reprobado 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. TRANSICIÓN CURRICULAR

Todos aquellos estudiantes inscritos en el doctorado bajo el plan de estudios 2011, quedaran regidos por los lineamientos y particularidades de dicho plan (Tabla 6). Las generaciones subsecuentes, quedaran sujetas a las disposiciones descritas en el presente documento reestructurado una vez aprobado por el Honorable Consejo Universitario.

Tabla 6. Equivalencias del Plan 2011 al Plan 2015

EJE TEÓRICO		EJE DE INVESTIGACIÓN	
PE Doctorado 2011	PE Doctorado 2015	PE de Doctorado 2011	PE de Doctorado 2015
Temático	Temático	Investigación	Investigación (Estado del arte)
Temático	Temático	Investigación	Investigación (Metodología)
		Investigación	Investigación (Fase inicial)
		Investigación	Investigación (Fase de desarrollo)
		Investigación	Investigación (Análisis de resultados)
		Investigación	Investigación (Integración de resultados)
		Investigación	Investigación (Comunicación de resultados)
		Examen de Permanencia	Examen de Permanencia
		Examen Predoctoral	Examen Predoctoral

13. OPERATIVIDAD Y VIABILIDAD DEL PLAN

De acuerdo con criterios nacionales e internacionales para asegurar la viabilidad de PE de posgrado, éste debe estar sustentado por los siguientes aspectos:

1. La estructura de la organización operativa del posgrado
2. La infraestructura académica (recursos materiales y humanos)
3. Los procesos administrativos
4. Las fuentes de financiamiento para su operación

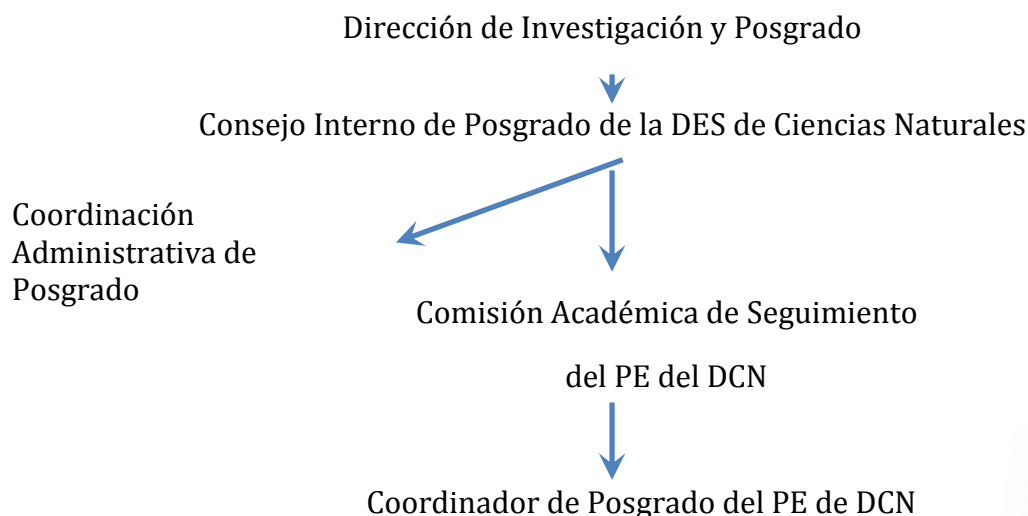
13.1. Estructura de la organización operativa

En la Figura 1, 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 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 RGEP 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 RGEP.

Figura 1. 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 de Seguimiento del PE de DCN está integrada por: el coordinador de posgrado del PE, los coordinadores de las áreas en Biotecnología y en Biología Evolutiva y Conservación, al menos un director y un secretario de centro de las unidades académicas involucradas, un profesor del núcleo básico 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 tutor principal que se programe la presentación oportuna de los seminarios.
4. Atender a peticiones de carácter académico de estudiante y profesores, y actuar como órgano de mediación entre las partes en caso de conflicto.
5. Hacer sugerencias de índole académico a estudiante 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 tutor principal.
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 de los PE de posgrado de la DES de CN, es la responsable de apoyar a los estudiantes con los trámites administrativos de su posgrado. Esta coordinación es la responsable de trámites de registro, inscripción, colegiaturas, actas, informes generales del programa, horarios, trámites para la solicitud de certificados y para los exámenes de grado.

La persona responsable de esta coordinación es propuesta por el Consejo Interno de Posgrado de la DES de CN ante el Rector para su nombramiento final.

13.1.2. Procedimiento para la resolución de apelaciones

Las apelaciones son remitidas a los órganos competentes de acuerdo al RGEP de la UAEM y la legislación pertinente.

13.1.2.1. Fuentes de financiamiento para su operación

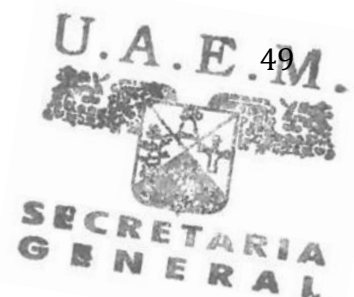
El financiamiento para la operación del posgrado proviene de diferentes fuentes. El trabajo experimental de cada estudiante es financiado por proyectos específicos insertados en las líneas de investigación de la DES de CN, los cuales son financiados por la gestión los PTC. El financiamiento proviene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

13.1.3. Recursos humanos

13.1.3.1 Planta académica del Doctorado en Ciencias Naturales (DCN)

Profesores del Núcleo Básico: Son aquellos que cuentan con el perfil pertinente que responde a los indicadores establecidos por el CONACYT para un PNPC. La pertenencia al Núcleo Académico Básico implica dirigir estudiantes dentro del posgrado

El núcleo básico de la planta académica está actualmente conformado por 23 PTC (anexo 2). Todos ellos con Reconocimiento al Perfil Deseable y el 78% con adscripción al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT.



Además, los profesores y estudiantes deben conducirse con respeto y probidad con los miembros de la comunidad universitaria y abstenerse de realizar cualquier acto que implique discriminación en perjuicio de cualquier miembro de la comunidad universitaria.

Todos los profesores pertenecientes al núcleo básico del PE del DCN deben fungir como director o co-director de al menos un estudiante y participar en al menos un comité tutorial para justificar su permanencia.

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 2 o 3 de preferencia.

13.1.4. Recursos materiales

La infraestructura académica y tecnológica de investigación, docencia, difusión y divulgación científica hacen posible la operación académica y administrativa al 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 dos salas de seminarios que generalmente se utilizan también como aulas de docencia, con capacidad para 60 personas. Un día a la semana estas salas son utilizadas para realizar seminarios institucionales y de grupo, así como conferencias de profesores de otras instituciones nacionales e internacionales que son invitados por los diferentes cuerpos académicos de nuestros centros, estas salas están equipadas con aire acondicionado, iluminación pantalla de plasma, pizarrones y pantalla electrónica.

La DES de CN 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 3 en el CIB), equipados con equipo audiovisual para impartir clases. 104 cubículos individuales o compartidos: 21 en la FCB, 15 en el CEIB, 43 en el CIB y 21 en el CIBYC), además 4 salas de juntas, bodegas de almacenamiento para material y equipo de prácticas de campo, un bioterio, espacios para el trabajo administrativo y de atención a los estudiante, 20 laboratorios de investigación: (4 en la FCB, 1 en el CIB, 10 en el CEIB y 4 en el CIBYC). Los laboratorios de docencia e investigación

cuentan con medidas de bioseguridad y seguridad de acuerdo a las NOM'S. y por último se dispone con una Estación Biológica en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, con dormitorios, comedor, cocina, y auditorio. Además, se tienen colecciones científicas de vertebrados (aves, anfibios, reptiles, y mamíferos) e invertebrados y un Herbario.

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 un ingeniero en sistemas, contratado para dar servicio a investigadores y estudiantes del posgrado. Se encarga 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.

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 (www.uaem.mx/ceib, www.uaem.mx/cibyc) 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 de las instalaciones del campus universitario. En cada una de las oficinas y laboratorios,



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.

13.1.5. 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.

4 equipos de HPLC (con detectores de Infrarroja, UV, automatizados y manuales), un cromatógrafo de gases acoplado a masas, espectrofotómetro de absorción atómica, un secuenciador automático de ADN, espectrofotómetro de absorción atómica, microscopios estereoscópicos, microscopios compuestos, liofilizadoras, ultracongeladores, incubadores de ambiente controlado, estufas incubadoras, refrigeradores, cuarto de cultivo, cuarto de crecimiento de plantas, dos cromatógrafos de gases, espectrofotómetros UV, liofilizadoras, fermentadores *air-lifty* tanque agitado en diferentes volúmenes, termocicladores, centrifugas, ultracentrífuga, congelador, 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 etc. 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, estos centros cuentan con 40 computadoras conectadas a internet, además de los servicios básicos como impresoras, escáners y copiadoras. La DES también ha logrado mantener tres bibliotecas que proporcionan el servicio a profesores y estudiantes del posgrado. A la fecha se cuenta con más de 2500 libros. Además la UAEM tiene un contrato con la base de revistas electrónicas Ebsco Host. La DES cuenta con proyectores y computadoras

que permiten estar al día en cuanto a la modalidad didáctica, así como en el uso de software en el área.

13.1.6. Estrategias de desarrollo

Para lograr un desarrollo significativo del PE, es necesario llevar a cabo acciones que aseguren y consoliden su calidad. Para ello, se proponen las siguientes estrategias de desarrollo:

1. Mantener el perfil deseable reconocido por PROMEP de todos los PITC adscritos al PE.
2. Incentivar y lograr el ingreso de todos los profesores asociados del PE al Sistema Nacional de Investigadores.
3. Procurar la permanencia de los profesores del núcleo básico del PE en el Sistema Nacional de Investigadores.
4. Promover 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.
5. Promover 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.
6. Someter proyectos de investigación a agencias financieras para la obtención de recursos.
7. Fortalecer la infraestructura de la DES de CN.
8. Establecer convenios con otras instituciones que nos permitan acceder a un número mayor de revistas internacionales.
9. Promover la participación de todos los PITC en PE de licenciatura y maestría para elevar la calidad educativa de los estudiantes.
10. Promover el PE del DCN en otras IES nacionales mediante el uso de medios electrónicos, impresos, exposiciones en ferias de posgrado, etc.
11. Asegurar la graduación en tiempo y forma de los estudiantes del PE del DCN, mediante el seguimiento continuo de su trayectoria.
12. Establecer y operar un programa de seguimiento del egresado que permita la retroalimentación y medición del impacto de este PE en la sociedad.

14. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR

El Consejo Interno de Posgrado en conjunto con los profesores del núcleo académico básico coordina la evaluación curricular y actualización del PE, donde cada cuatro años se realiza una reestructuración del plan de estudios del DCN para dar cumplimiento al Reglamento General de Estudios de Posgrado.

Lineamientos Generales

El propósito es evaluar la estructura y operatividad del plan de estudios del DCN para detectar sus fortalezas y debilidades, y así llevar a cabo las acciones pertinentes. Las metas de la evaluación curricular son:

- a. Contar con información relevante sobre los logros y dificultades en el tránsito de los estudiantes a través del plan de estudios por medio de entrevistas de seguimiento trimestrales.
 - b. Proponer alternativas para la mejora del PE de DCN.
 - c. Contar con los resultados de la evaluación curricular para garantizar el constante perfeccionamiento de los procesos de formación de recursos humanos de alta calidad.
- Base Legal: Ley Orgánica, Estatuto de la UAEM y Reglamento General de Estudios de Posgrado.

Criterios de Evaluación Curricular del PE del DCN

Componentes del *Curriculum* sujetos al proceso de evaluación

1. Perfiles del Doctorado. Los perfiles deben estar sujetos a evaluación y reajustes en forma periódica

- 1.1. Formulación del perfil: claridad, precisión y concisión
- 1.2. Si el perfil responde a los avances de la ciencia y demandas de la sociedad actual y del futuro.
- 1.3. Análisis de la relación entre el perfil y la formación académica de los egresados y el contexto científico social.
- 1.4. Relación del perfil y el mapa curricular con los avances de la ciencia en las áreas del conocimiento.

1.5. Si los perfiles propuestos responder a la necesidad de la realidad nacional actual y la sociedad contemporánea.

2. Estructura del *Curriculum*

- 2.1. Estructura básica del *Curriculum*: especificaciones en términos porcentuales: • seminarios de investigación 50% • trabajo de investigación 50 %.
- 2.2. Los planes de estudio • Pre – requisitos • Créditos (peso académico por número de créditos) • Seminarios.

3. Sistemas de evaluación utilizados en la aplicación del *Curriculum*

- 3.1. Evaluación de la ejecución curricular
- 3.2. La evaluación de la enseñanza aprendizaje

4. Materiales disponibles. Laboratorios, unidades de cómputo, salones de clases, salas de seminario, materiales bibliográficos

5. Docentes. Se cuenta con el personal docente idóneo para la aplicación eficiente del plan de estudio, en relación con las siguientes condiciones:

- 5.1. Grados académicos
- 5.2. Publicaciones
- 5.3. Evaluación de los estudiantes

6. Estudiantes

- 6.1. Formación previa.
- 6.2. Rendimientos académicos.
- 6.3. Grado de aproximación al perfil de ingreso. Se sugiere la reformulación de una propuesta del perfil de ingreso.

7. Graduación

- 7.1. Número de egresados.
- 7.2. Número de graduados.
- 7.3. Eficiencia terminal.
- 7.4. Tasa de graduación.
- 7.5. Publicaciones de las Tesis.

ANEXOS



ANEXO I UNIDADES DE APRENDIZAJE

VIII.1 Seminarios temáticos

BIOLOGÍA MOLECULAR

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	60
TOTAL DE HORA POR SEMANA:	4
HORAS DE TEORÍA POR SEMANA:	4

BIOLOGÍA MOLECULAR

OBJETIVO GENERAL

Conocer y manejar los fundamentos de la biología molecular de procariotes y eucariotes, y las técnicas de la ingeniería genética.

Al final del curso, el estudiante será capaz de manejarlos conceptos de la Biología Molecular que incluyen la replicación, transcripción, traducción y regulación de la expresión génica en procariotes y eucariotes, así como también manejará los principios de las técnicas de la ingeniería genética y podrá aplicar dichos conceptos en la elaboración de su proyecto de investigación y/o en el abordaje de problemas concretos que enfrente durante el desarrollo de su trabajo experimental de tesis.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. PRINCIPIOS BÁSICOS

- 1.1 Introducción y Antecedentes
- 1.2 Origen y desarrollo de la biología molecular
- 1.3 Antecedentes experimentales al modelo de Watson y Crick
- 1.4 Los flujos de información entre macromoléculas
- 1.5 El Dogma Central
- 1.6 Conceptos básicos de evolución molecular
- 1.7 El genoma como reservorio de la información genética
- 1.8 Organización de genomas procarionte y eucarionte
- 1.9 Conceptos, paradigmas y paradojas
- 1.10 Singularidades y generalidades

2. ESTRUCTURA DEL GENOMA

- 2.1 Leyes de Mendel
- 2.2 Conjugación y transducción
- 2.3 El cromosoma procariote
- 2.4 Familias de genes y secuencias repetidas
- 2.5 Exones e intrones

- 2.6 Nucleosoma y modificaciones de las histonas
- 2.7 Eucromatina y heterocromatina

3. REPLICACIÓN Y REPARACIÓN DEL ADN

- 3.1 Replicación semiconservativa
- 3.2 Replicación en procariones
- 3.3 ADN polimerasas y orígenes de replicación
- 3.4 Otras proteínas necesarias para la replicación
- 3.5 Replicación en células eucariotes
- 3.6 Centrómeros y telómeros
- 3.7 Conjugación y transducción
- 3.8 Reparación por recombinación
- 3.9 Sistema SOS y fotoreparación

4. TRANSCRIPCIÓN DEL ADN

- 4.1 La ARN polimerasa y el promotor en procariones
- 4.2 Inicio, elongación y terminación de la síntesis del ARN
- 4.3 La ARN polimerasas eucariotes I, II y III.
- 4.4 Los promotores eucariotes y los factores de transcripción basales
- 4.5 Procesamiento y estabilidad del ARNm
- 4.6 Intrones tipo I y II
- 4.7 Ribozimas e intrones codificantes

5. EL CÓDIGO GENÉTICO Y LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

- 5.1 El Código Genético
- 5.2 Los ARN de transferencia y las aminacilARNtsintetasas
- 5.3 El ARN ribosomal y el ribosoma
- 5.4 La biosíntesis de proteínas en procariones
- 5.5 La biosíntesis de proteínas eucariotes
- 5.6 Regulación de la traducción
- 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 *lac* y su mecanismo de regulación
- 6.2 Los operones *trp* y *ara*
- 6.3 Sistema de represión catabólica y estricta
- 6.4 Ciclo lítico y lisogénico en el bacteriófago lambda
- 6.5 Elementos *cis* de respuesta a estímulos
- 6.6 Tipos de factores de transcripción
- 6.7 Los homeodominios y la diferenciación
- 6.8 Asociación combinatoria y dimerización
- 6.9 Control por remodelación de la cromatina
- 6.10 Regulación de amplio rango y aislamiento de los dominios

7. VÍAS DE TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES



- 7.1 Receptores extracelulares y canales
- 7.2 Proteínas G mono y triméricas
- 7.3 Vía de la adenilatociclasa
- 7.4 Mensajeros secundarios
- 7.5 Cinasas y fosfatasas

8. DINÁMICA DEL GENOMA

- 8.1 Transposones
- 8.2 Retrovirus y retroposones
- 8.3 Rearreglos de los genes del sistema inmune
- 8.4 Sistema de apareamiento de levadura
- 8.5 Variabilidad antigénica

9. TÉCNICAS DEL ADN RECOMBINANTE

- 9.1 Purificación de los ácidos nucleicos
- 9.2 Enzimas de restricción y modificación
- 9.3 Síntesis química y diseño de los oligonucleótidos
- 9.4 Reacción en Cadena de la Polimerasa
- 9.5 Secuenciación del ADN
- 9.6 Vehículos de clonación
- 9.7 Técnicas de hibridación de los ácidos nucleicos
- 9.8 Construcción de bancos de ADNc y genómicos
- 9.9 Tamizado y selección de las clonas
- 9.10 Construcción de proteínas recombinantes
- 9.11 Transformación de bacterias y hongos
- 9.12 Transformación de animales y plantas
- 9.13 Regulación y bioseguridad

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 metabolómica

RECURSOS DIDÁCTICOS

Presentación oral de las clases, a través de presentaciones en powerpoint y proyector.

Videos

Uso de pizarrón

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Participación en clases

Exposiciones especializadas de los estudiantes

Exámenes escritos parciales

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

Grado de Doctor, con experiencia en Biología Molecular experimental demostrada a través de sus líneas de investigación

Experiencia docente

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Alberts et al (2002) Molecular Biology of the Cell.4a. Edición. Garland Publishing. Nueva York, NY.

Lewin, B. (2000) Genes VII. Oxford University Press. Oxford.

Lodish, H. et al (2000) Molecular Cell Biology.4a. edición. W. H. Freeman & Co. Nueva York, NY.

Primrose, S.B. & R.M. Twyman& R.W. Old (2001) Principles of Gene Manipulation.6a. Edición.Blackwell Science Ltd. Oxford.

Primrose, S.B. & R.M. Twyman (2003) Principles of Genome Analysis and Genomics.3a. Edición. BlackwellScience Ltd. Oxford.



BIOQUÍMICA

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO	
AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	60
TOTAL DE HORA POR SEMANA:	4
HORAS DE TEORÍA POR SEMANA:	4

OBJETIVO GENERAL

Revisar los principios químicos y termodinámicos básicos que le permitan al estudiante comprender la estructura química y niveles de organización de las biomoléculas que participan en los procesos biológicos. Que el estudiante comprenda, de una manera integral, las diferentes rutas metabólicas que llevan a cabo los organismos para la obtención y utilización de energía.

CONTENIDO TEMÁTICO

I. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

- 1.1 La lógica molecular de los sistemas vivientes
- 1.2 Características de los seres vivos
- 1.3 Transformaciones energéticas.
- 1.4 La unidad de la organización biológica.
- 1.5 Organización estructural y funcional de la célula
- 1.6 Termodinámica en Biología
- 1.7 Agua y electrolitos

2. BIOQUÍMICA BÁSICA

- 2.1 Carbohidratos
- 2.2 Lípidos
- 2.3 Nucleótidos
- 2.4 Aminoácidos
- 2.5 Proteínas

3. DINÁMICA CELULAR

- 3.1 Catalizadores biológicos: Enzimas
- 3.2 Membrana Celular y mecanismos de transporte
- 3.3 Generación y Almacenamiento de Energía

4. METABOLISMO CELULAR.

- 4.1 Organismos anaeróbicos, anaeróbicos, autótrofos y heterótrofos
- 4.2 Vías catabólicas, anabólicas y anfibólicas.
- 4.3. Vía anfibólica y su regulación

- 4.4. Vías anabólicas y su regulación.
- 4.4 Metabolismo de aminoácidos

5. INTEGRACIÓN METABÓLICA

- 5.1 Regulación hormonal del metabolismo

RECURSOS DIDÁCTICOS

Presentación oral de las clases, a través de presentaciones en powerpoint y proyector.

Videos

Uso de pizarrón

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Participación en clases

Exposiciones especializadas de los estudiantes

Exámenes escritos parciales

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

Grado de Doctor, con experiencia en Bioquímica experimental demostrada a través de su preparación y de sus líneas de investigación

Experienciado docente

BIBLIOGRAFÍA.

Nelson, D y Cox, M. Lehninger, Principles of Biochemistry. 3a. ed. 2000, Ed. Worth Publishers

Berg and Stryer. Biochemistry. 5a. ed., 2002. Ed. W. H. Freeman and Co.

Mathews, C.K., van Holde, K.E y Ahern, K. G. Biochemistry. 3ª. Ed. 2000

Voet, D. Biochemistry, 2ª. Ed. 1995. Ed. John Wiley & Sons, INC



SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO	
AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	60
TOTAL HORAS POR SEMANA:	4
HORAS SEMANALES DE TEORÍA:	4

SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA

OBJETIVO GENERAL

Que el estudiante entienda el papel fundamental de la Sistemática Filogenética en el conocimiento de la biodiversidad y su conservación, y que conozca las bases conceptuales y metodológicas de esta disciplina biológica.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA SISTEMÁTICA

- 1.1 ¿Qué es la Sistemática?
- 1.2 Homología, sinapomorfía
- 1.3 Grupos naturales y artificiales
- 1.4 Diferentes escuelas de la Sistemática

2. TIPOS DE CARACTERES

- 2.1 Caracteres y estados de carácter
- 2.2 Caracteres morfológicos
- 2.3 Selección y codificación de caracteres
- 2.4 Caracteres moleculares
- 2.5 Codificación de caracteres
- 2.6 Alineamientos de secuencias de ADN

3. INFERENCIA DE HIPÓTESIS FILOGENÉTICAS

- 3.1 Métodos basados en distancias
- 3.2 UPGMA, NeighbourJoining, Evolución Mínima
- 3.3 Métodos de Parsimonia
- 3.4 Orden, polaridad y peso de caracteres
- 3.5 Estrategias de búsqueda de cladogramas óptimos
- 3.6 Métodos probabilísticos
- 3.7 Modelos evolutivos
- 3.8 Máxima verosimilitud
- 3.9 Probabilidad Bayesiana

- 3.10 Comparación de hipótesis alternativas
- 3.11 Árboles de consenso
- 3.12 Pruebas estadísticas para comparar topologías
- 3.13 Evidencia total vs. congruencia taxonómica
- 3.14 Evaluación de hipótesis filogenéticas
- 3.15 Consistencia, Soporte, Robustez, Estabilidad

4. FILOGENIA Y CLASIFICACIÓN

- 4.1 Concepto de especie
- 4.2 Taxonomía y nomenclatura

5. APLICACIÓN DE LA SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA

- 5.1 Colecciones científicas
- 5.2 Biogeografía
- 5.3 Conservación
- 5.4 Epidemiología
- 5.5 Biotecnología

RECURSOS DIDÁCTICOS

- Exposición oral de las clases a través de presentaciones en Power Point y proyector
- Uso de pizarrón
- Discusión de artículos
- Desarrollo de un proyecto semestral
- Prácticas en el uso de software de manipulación de datos y análisis filogenéticos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Exámenes parciales
- Proyecto semestral
- Participación en clase
- Tareas y ensayos

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

- Grado de Doctor, con experiencia en Sistemática Filogenético demostrada a través de su preparación académica y su producción científica.
- Experiencia docente.

BIBLIOGRAFÍA

- Felsenstein, J. 2004. Inferring Phylogenies. Sinauer Associates, 664 pp.
- Hall, B. G. 2007. Phylogenetic Trees Made Easy. A how-to manual for molecular biologists. Sinauer Associates, 221 pp.
- Kitching, I., P. Forey, C. Humphries y D. Williams. 1998. Cladistics: The Theory and Practice of Parsimony Analysis. Oxford University Press, 248 pp.
- Page, R. y E. C. Holmes. 1998. Molecular Evolution. A Phylogenetic Approach. Blackwell Publishing, 352 pp.
- Salemi, M. y A. Vandamme. 2003. The Phylogenetic Handbook: A Practical Approach to DNA and Protein Phylogeny. Cambridge University Press, 430 pp.



BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	60
TOTAL HORAS POR SEMANA:	4
HORAS SEMANALES DE TEORÍA:	4

OBJETIVO GENERAL:

Que el estudiante reconozca el valor de la conservación de la diversidad biológica y los procesos que la amenazan; y que entienda los principios teóricos y el desarrollo metodológico que sustentan a esta disciplina.

1. **HISTORIA DE LA CONSERVACIÓN BIOLÓGICA**
 - 1.1. ¿Qué es la conservación biológica?
 - 1.2. El problema ambiental actual y el origen de la conservación biológica
 - 1.3. Características y disciplinas relacionadas
 - 1.4. El valor de la conservación de la biodiversidad

2. **ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD**
 - 2.1. La unidad de la conservación
 - 2.2. Implicaciones del concepto de especie en la conservación
 - 2.3. Estructura jerárquica de la biodiversidad.
 - 2.4. Patrones de riqueza de especies

3. **AMENAZAS A LA DIVERSIDAD**
 - 3.1. Magnitud de las tasas naturales y actuales de extinción
 - 3.2. Fragmentación
 - 3.3. Sobreexplotación
 - 3.4. Especies exóticas
 - 3.5. Cambio climático global

4. **GENÉTICA Y CONSERVACIÓN**
 - 4.1. Importancia de la variación genética
 - 4.2. Tamaño efectivo de la población
 - 4.3. Endogamia y flujo genético
 - 4.4. Enfoque filogeográfico de la conservación
 - 4.5. Limitaciones de la genética en la conservación

5. **ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN**
 - 5.1. Conservación a nivel de poblaciones
 - 5.2. Conservación a nivel de comunidades
 - 5.3. Conservación a nivel de ecosistemas

- 5.4. Conservación *in situ*
- 5.5. Conservación *ex situ*

- 6. INTRODUCCIÓN AL MANEJO DE RECURSOS
 - 6.1. Principios básicos
 - 6.2. Manejo de poblaciones
 - 6.3. Manejo de hábitats
 - 6.4. Manejo de comunidades

RECURSOS DIDÁCTICOS

Exposición oral de las clases a través de presentaciones Power Point
Discusión de Artículos
Desarrollo de un proyecto semestral

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Exámenes parciales
Proyecto semestral
Exposición de artículos
Participación en clase
Tareas y ejercicios

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

Grado de doctor con experiencia en el área de Ecología o de Genética demostrada a través de su formación académica y su producción científica.

BIBLIOGRAFÍA

Groom, M. J., G. K. Meffe, and C. R. Carroll. 2006. Principles of Conservation Biology, Third Edition.
Primack, R.B. 2004. A Primer of Conservation Biology, Fourth Edition. Sinauer Associated, Inc.



ANEXO II. PROFESORES INTEGRANTES DEL NUCLEO BASICO

Profesores del núcleo básico 2015

PROFESOR INVESTIGADOR DE TIEMPO COMPLETO	UNIDAD ACADEMICA DE ADSCRIPCIÓN	INSTITUCIÓN QUE OTORGO EL GRADO	SNI
Alejandro Flores Palacios	CIByC	Instituto de Ecología A. C.	1
Valentino Sorani Dalbón	CIByC	Instituto Nacional Agronómico, Francia	1
Cristina Martínez Garza	CIByC	Universidad de Chicago, EUA	1
Efraín Tovar Sánchez	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Víctor Hugo Toledo Hernández	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Elizabeth Arellano Arenas	CIByC	Universidad de Brigham Young, EUA	
Elisabet Wehncke	CIByC	Universidad Nacional Autónoma de México	
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	1
Víctor Manuel Hernández Velázquez	CEIB	Universidad de Colima	1
María del Carmen Gutiérrez Villafuerte	CEIB	Universidad de Connecticut, EUA	1
María del Refugio Trejo Hernández	CEIB	Universidad de Provence, Francia	2
Patricia Castillo España	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Ramón Suárez Rodríguez	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	
Alexandre Toshirrico Cardoso Taketa	CEIB	Universidad de Bonn, Alemania	1
Jorge Luis Folch Mallol	CEIB	Universidad de Sevilla, España	2
Ma. Laura Ortiz Hernández	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Irene de la C. Perea Arango	CEIB	Instituto Politécnico Nacional	C
José de Jesús Arellano García	CEIB	Instituto Politécnico Nacional	
Fernando Martínez Morales	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	
Verónica Obregón Barboza	CEIB	Instituto Politécnico Nacional	
Guadalupe Peña Chora	CIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1