



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS

PLAN DE ESTUDIOS DOCTORADO EN CIENCIAS

Grado a otorgar: doctorado

Orientación: investigación

Duración: cuatro años

Modalidad: escolarizada

Consejo Interno de Posgrado: marzo de 2022

Consejo Técnico: marzo de 2022

Comisión Académica de Consejo

Universitario: marzo de 2022

Consejo Universitario: marzo de 2022

Ciudad Universidad, Cuernavaca, Morelos, marzo de 2022

Nitro Software, Inc.
100 Portable Document Lane
Wonderland



DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Dr. Gustavo Urquiza Beltrán.

Rector

Mtra. Fabiola Álvarez Velasco

Secretaria General

Dr. José Mario Ordoñez Palacios

Secretario Académico

Dra. Patricia Mussali Galante

Directora de Investigación y Posgrado

Dr. J. Jesús Escobedo Alatorre

Presidente del Consejo Directivo del Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas y Encargado de despacho de la Dirección del Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Dra. Gabriela Guadalupe Hinojosa Palafox

Directora del Centro de Investigación en Ciencias

Dr. Victor Barba López

Encargado del despacho de la Dirección del Centro de Investigaciones Químicas

Dr. José Raúl Arredondo Peter

Encargado del despacho de la Dirección del Centro de Investigación en Dinámica
Celular

Dr. Jean-Michel Grévy Macquart

Coordinador del Posgrado en Ciencias

FECHAS DE APROBACIÓN DE LOS ÓRGANOS COLEGIADOS

Diseño Curricular del plan de estudios: julio de 1993

H. Consejo Universitario: Creación de la Maestría y Doctorado en Ciencias (Física)

Reestructuración curricular: marzo 1996

H. Consejo Universitario: Incorporación de las Áreas de Biofísica y Química

Reestructuración curricular: abril de 2006

H. Consejo Universitario: Reestructuración del Posgrado en Ciencias

Reestructuración curricular: febrero de 2013

H. Consejo Universitario: Reestructuración de Planes de estudio del Posgrado en Ciencias

Reestructuración curricular: diciembre de 2013

H. Consejo Universitario: Separación de los programas de Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencias (con antecedente de Maestría)

Reestructuración curricular: marzo de 2016

Consejo Universitario: Cambio de adscripción al IICBA y flexibilización del programa

Reestructuración curricular: marzo de 2018

Comisión Académica de Consejo Universitario: 16 de noviembre 2017

Consejo Universitario: 23 de marzo 2018. Modificaciones realizadas para la redefinición de las LGAC del programa. Flexibilización del programa

Reestructuración curricular: marzo 2022

Consejo Interno de Posgrado: marzo de 2022

Consejo Técnico: marzo del 2022

Comisión Académica de Consejo Universitario: marzo del 2022

Consejo Universitario: marzo del 2022

COMISIONES DE REESTRUCTURACIÓN CURRICULAR

Reestructuración Curricular 2013

Dra. Verónica Narvaez Padilla
Dr. Federico Vázquez Hurtado
Dr. Juan Manuel Rendón Mancha
Dr. Ramón González García Conde
Dra. Virginia Montiel Palma
L.A. María Cristina Aranda Soberanes

Equipo Técnico Metodológico de la Dirección General de Estudios de Posgrado

Mtra. Mónica Martínez Peralta
Mtra. Yazmín Itzel Camilo Catalán

Reestructuración Curricular 2016

Dr. Miguel Eduardo Mora Ramos
Dr. Markus Müller
Dra. Larissa Sbitneva
Dra. Virginia Montiel Palma
Dr. Ramón González García Conde
L.A. María Cristina Aranda Soberanes
C.P. Mayumi Sotelo Rivera

Comisión de Asesoría Técnica Metodológica

MPD Mónica Martínez Peralta
Lic. Margarita Figueroa Bustos
Lic. Brenda Castañeda Bernal
Lic. Mercedes Carvajal Camargo
MIE Merle Lisbet García Estrad

Reestructuración 2018

Dr. Ramón A. González García-Conde,
Coordinador del Posgrado en Ciencias

Dr. Víctor Barba López,
Coordinador del Área de Química

Dr. Verónica Lira Ruán,
Coordinadora del Área de Biología
Celular y Molecular

Dr. Marco Antonio Rivera Islas
Coordinador del Área de Física

Dr. Rogelio Valdez Delgado
Coordinador del Área de Matemáticas

Dr. Markus Mueller
Coordinador del Área de Modelación
Computacional y Cómputo Científico

L.A. María Cristina Aranda Soberanes
Jefatura del Posgrado en Ciencias

Reestructuración Curricular 2022

Dr. Jean Michel Grévy Macquart,
Coordinador del Posgrado en Ciencias

Dr. José Luis Viveros Ceballos
Coordinador del Área de Química

Dra. Lina Andrea Rivillas Acevedo
Coordinadora del Área de Biología Celular
y Molecular

Dr. Joaquín Escalona Segura
Coordinador del Área de Física

Dr. Rogelio Valdez Delgado
Coordinador del Área de Matemáticas

Dr. Antonio Gamboa Suarez
Coordinador del Área de Modelación
Computacional y Cómputo Científico

L.A. María Cristina Aranda Soberanes
Jefatura del Posgrado en Ciencias

Comisión de Asesoría Técnica Metodológica:

MPD. Mónica Martínez Peralta

L.I. Jacqueline Pineda Uribe

ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. FUNDAMENTACIÓN	15
3.1 Fundamentos de política educativa	15
3.2 Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural	20
3.3 Avances y tendencias en el desarrollo de la disciplina o disciplinas que participan en la configuración del Doctorado en Ciencias.	23
3.4 Mercado de trabajo	28
3.5 Datos de oferta y demanda educativa	31
3.6 Análisis comparativo con otros planes de estudio	34
3.7 Evaluación del programa educativo a reestructurar	37
4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	43
5. OBJETIVOS CURRICULARES	44
5.1 Objetivo general	44
5.1.1 Objetivos específicos	44
5.2 Metas	45
6. PERFIL DEL ESTUDIANTE	46
6.1 Perfil de ingreso	46
6.2 Perfil de egreso	47
6.2.1 Competencias genéricas	47
6.2.2 Competencias específicas	49
7. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	52
7.1 Flexibilidad curricular	53
7.2 Ciclos de formación	55
7.3 Ejes generales de la formación	55
7.4 Tutorías	56
7.5 Líneas de Generación y/o Aplicación del Conocimiento (LGAC) desarrolladas en el Doctorado en Ciencias.	57
7.6 Vinculación	62
8. MAPA CURRICULAR	64



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS



8.1 Ejemplo de trayectoria académica del estudiantado	66
9. MEDIACIÓN FORMATIVA	68
10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE	70
11. UNIDADES DE APRENDIZAJE	72
12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO	73
12.1 Requisitos de ingreso	73
12.2 Requisitos de permanencia	76
12.3 Requisitos de egreso	78
13. TRANSICIÓN CURRICULAR	80
14. CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN	81
14.1 Recursos humanos	81
14.2 Recursos Financieros	82
14.3 Infraestructura	83
14.4 Recursos Materiales	85
14.5 Estrategias de desarrollo	86
15. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR	88
16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
17. ANEXOS	90



1. PRESENTACIÓN

En este documento se presenta la reestructuración curricular del Plan de Estudios del Doctorado en Ciencias (DC), cuya finalidad es la de actualizar y optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje por medio de la mejora continua de sus contenidos. Este documento responde a la propia visión de la UAEM, en cuyo Plan Institucional de Desarrollo 2018-2023 (PIDE) presenta como meta prioritaria la acreditación y actualización de sus programas de estudio. A continuación, se realiza una breve descripción de lo que el lector encontrará en cada apartado:

PRESENTACIÓN, en él se describen las modificaciones realizadas para la actualización del plan de estudios y para la redefinición de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) del programa.

JUSTIFICACIÓN, se exponen los motivos que dieron lugar al cambio en las LGAC.

FUNDAMENTACIÓN, de la reestructuración curricular, en la que se presentan una descripción breve de la vinculación de la propuesta con las políticas educativas, el plan institucional y aspectos socioeconómicos; el origen y desarrollo histórico de la disciplina. Así como de estudios sobre el campo profesional y el mercado de trabajo. Además, se presentan datos actualizados sobre la oferta y la demanda del programa, una breve comparación con otros planes de estudio y un análisis del plan de estudios.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS, se presentan los aspectos más sobresalientes de este documento en relación con cuestiones académicas, se describen las características principales y el carácter multidisciplinario del programa.

OBJETIVOS Y METAS, del Doctorado en Ciencias, tomando en cuenta los planes de desarrollo nacional e institucional, para formar recursos humanos que contribuyan a mejorar y fortalecer los programas establecidos y a proponer soluciones a problemas del área y generar propuestas novedosas en beneficio de la sociedad.

PERFIL DEL ESTUDIANTADO, en donde se establecen los requisitos que deben cumplir las/los candidatas/candidatos para ingresar al DC, así como las capacidades y habilidades que desarrollan durante sus estudios de doctorado y el perfil de egreso.

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA, en este apartado se describen las etapas y ejes formativos del DC, así como la nueva redefinición de líneas de generación y aplicación del conocimiento que se

desarrollan. El DC consta de un eje de investigación basado en un sistema de créditos y es semestral, fomentando la flexibilidad y atención individualizada del estudiantado. Se describe además el sistema de asignación de créditos y el sistema de tutorías que acompaña los avances y la formación del estudiantado a lo largo del doctorado.

MAPA CURRICULAR, se presentan en forma de tabla el eje de investigación y cada una de sus etapas con los créditos correspondientes, así como un ejemplo de la trayectoria del estudiantado y se incluye un apartado en el que se enfatiza la flexibilidad curricular como uno de los aspectos esenciales del plan de estudios.

MEDIACIÓN FORMATIVA, se describe cómo el sistema de enseñanza está basado en la tutoría individualizada del estudiantado.

EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE, describe los mecanismos de evaluación de los avances del estudiantado a lo largo de su formación, los cuales consisten en el seguimiento y evaluación por el comité tutorial; la acreditación del proyecto de investigación y la presentación del examen de grado.

UNIDADES DE APRENDIZAJE, El DC no contempla unidades de aprendizaje, el estudiantado acredita 8 investigaciones a través del desarrollo de un proyecto de investigación original. Se presenta la trayectoria curricular y se menciona que el programa educativo se caracteriza por funcionar con un sistema basado en tutorías individualizadas, en el que un comité tutorial da seguimiento a la formación del estudiantado a lo largo de sus estudios de Doctorado, fomentando la construcción de conocimientos y que el estudiantado logre mantenerse a la vanguardia de los avances científicos y tecnológicos de su área.

REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO, se establecen los requisitos y el mecanismo de ingreso que deben cumplir las/los aspirantes al DC, así como los requisitos de permanencia y egreso.

TRANSICIÓN CURRICULAR, se establece que el estudiantado inscrito al Doctorado en planes de estudios anteriores quedará regido por los lineamientos y particularidades de dichos planes. La

generación que ingrese en el segundo periodo del año 2022 se registrará con este plan de estudios reestructurado.

CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN, se describen los recursos humanos, materiales y físicos necesarios con los que cuentan los Centros de investigación y el IICBA para el adecuado funcionamiento del DC, así como estrategias de desarrollo del programa.

SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR, se establece que el Consejo Interno de Posgrado vigilará el cumplimiento de los objetivos y metas estipulados en el plan de estudios para asegurar su adecuado funcionamiento y continuo mejoramiento.

En febrero de 2016 se realizó el cambio de adscripción del programa de la Facultad de Ciencias al Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas (IICBA), así como la flexibilización del programa. Es importante señalar que el 12 de diciembre de 2014, se aprobó en el Consejo Universitario de la UAEM la transformación de la Facultad de Ciencias, con la creación del Centro de Investigación en Ciencias (CInC) y el Centro de Investigación en Dinámica Celular (CIDC) ambos pertenecientes al IICBA. Este Instituto está formado por los dos antes mencionados anteriormente, el Centro de Investigaciones Químicas (CIQ) y el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAP). Este cambio tan importante obedeció a una medida estratégica para que la UAEM pueda desarrollar sus actividades sustantivas de acuerdo al Plan Institucional de Desarrollo 2012-2018 (PIDE), que establece como principales puntos estratégicos: impulsar la creación de nuevos centros y redes de investigación y consolidar los existentes; promover el desarrollo de proyectos de investigación y transferencia innovadores articulados a los problemas del entorno; promover el desarrollo de investigaciones innovadoras, interdisciplinarias y transdisciplinarias, de carácter formativo. A partir de su creación los programas del Posgrado en Ciencias pertenecen al IICBA. Anteriormente, se había aprobado el programa del Posgrado en Ciencias por el Consejo Universitario en diciembre de 2013 con dos modalidades: maestría y doctorado con antecedente de maestría. El programa anterior, que en su última modificación había sido aprobado en febrero de 2013, contemplaba todavía el doctorado directo; sin embargo, a partir de esa fecha no se ha abierto convocatoria para el ingreso de estudiantes a esta modalidad. En marzo de 2013 los programas de la maestría y del doctorado con antecedente de maestría fueron evaluados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), instancia que otorgó el grado de Programa Consolidado en sus dos modalidades: maestría y doctorado con antecedente



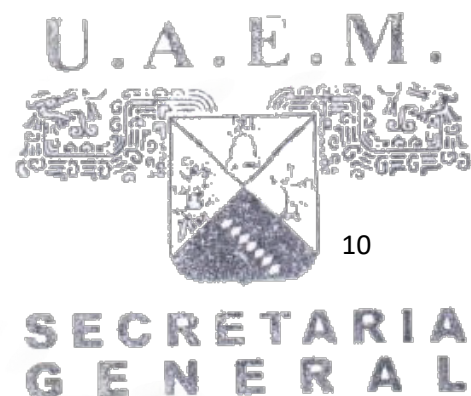
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS



de maestría. La modalidad de doctorado directo no pudo ser evaluada, pues al momento de someter a evaluación el doctorado con sus dos modalidades en un solo registro (como había sido evaluado anteriormente), el CONACyT determinó que debían separarse los programas en registros diferentes y evaluarse por separado. A raíz de esta evaluación en donde el CONACyT recomienda que se separen los programas, en el Consejo Interno de Posgrado se determinó separar los programas y presentar cada una de las modalidades de titulación como programas independientes. La última reestructuración del Doctorado en Ciencias fue aprobada por el Consejo Universitario en marzo de 2018 para incluir la redefinición de las LGAC del programa.

En la presente reestructuración curricular (2022) se presenta la actualización del plan de estudios, una nueva redefinición de las LGAC del Doctorado en Ciencias (explicando de forma detallada cómo se relacionan entre sí) y una breve comparación con los planes de estudio de otros programas; así como, la actualización de los datos que describen la matrícula, ingresos y egresos del programa.



2. JUSTIFICACIÓN

La reestructuración del plan de estudios del Doctorado en Ciencias del IICBA, retoma el trabajo producto de la reflexión y el análisis del Consejo Interno de Posgrado que se llevó a cabo en febrero de 2022.

La anterior estructura del plan de estudios del Doctorado en Ciencias del IICBA, retomó el trabajo producto de la reflexión y el análisis del Consejo Interno de Posgrado que se llevó a cabo en diciembre de 2013, en febrero de 2016, febrero 2018 y para la presente reestructuración curricular, en 2022. En cada caso participaron en el análisis profesoras/profesores de tiempo completo (PITC) del Centro de Investigaciones Químicas (CIQ), Centro de Investigación en Dinámica Celular (CIDC) y del Centro de Investigación en Ciencias (CInC) del IICBA. En particular, para los cambios que se presentan para esta reestructuración curricular, participaron PITC, el estudiantado y personal de la administración del posgrado.

Se mantienen las distintas áreas del conocimiento en cada uno de los programas de posgrado, característica que inició desde marzo de 1996 al incorporarse las áreas de Biofísica y Química al programa de posgrado del área de Física ya existente desde 1993. Posteriormente, en el 2006 el Consejo Interno de Posgrado aprobó la incorporación de las áreas de Biología Celular y Molecular, y Modelación Computacional y Cómputo Científico. En 2011, y producto de la baja matrícula, el Consejo Interno de Posgrado aprobó el cierre del área de Biofísica. En noviembre de 2013 se aprobó la incorporación del área de Matemáticas. A partir de 2017, el Doctorado en Ciencias consta de cinco áreas: Biología Celular y Molecular, Física, Matemáticas, Modelación Computacional y Cómputo Científico y, Química. Para la presente reestructuración curricular se han redefinido las LGAC del Doctorado en Ciencias. La definición de las LGAC del Doctorado en Ciencias refleja de mejor manera el carácter multi e interdisciplinario del trabajo de investigación que se realiza en el IICBA. Estas líneas se conciben en función de la interacción real que se establece en el trabajo de investigación de la planta académica y busca fomentar el trabajo conjunto de investigadores/as que participan en las distintas LGAC. Como consecuencia de esta interacción, la formación del estudiantado del DC también adquiere un carácter multidisciplinar.

El esquema novedoso que ha caracterizado a los programas de Posgrado de la entonces Facultad de Ciencias, ahora IICBA, bajo la directriz de mantener un acuerdo con los planteamientos de la política educativa nacional y acorde al Plan Institucional de la UAEM, propone la formación de

profesionales e investigadoras/investigadores de alto nivel en ciencias, que estén comprometidas/comprometidos con el desarrollo científico y tecnológico para contribuir a la generación y aplicación del conocimiento con impacto en diversos sectores de la sociedad. La formación de recursos humanos de alto nivel es importante, particularmente hoy en día cuando las economías tienden a la globalización, y se reconoce la importancia del conocimiento científico como una verdadera estrategia de crecimiento y de seguridad nacional.

Por esta razón, la UAEM considera que es indispensable ofrecer programas de posgrado de alta calidad en ciencia básica y aplicada. Bajo esta perspectiva el plan de estudios del Doctorado en Ciencias atiende las necesidades del sector educativo, de la salud e industrial de manera directa no sólo en el estado de Morelos, sino también a nivel nacional e internacional, ya que varios de los que egresan de este programa se han incorporado a instituciones de educación superior y compañías de varios estados del país, además del extranjero. La trascendencia del programa a nivel nacional e internacional también es patente por el buen recibimiento que tienen sus egresadas/egresados para la realización de estancias posdoctorales, y el interés creciente de candidatas/candidatos del extranjero para ingresar al Doctorado en Ciencias, llevando así a la internacionalización de este programa.

Se cuenta con más de 2 mil investigadores e investigadoras en Morelos que impulsan la formación de capital humano especializado posgrados en ingeniería y otras áreas científico-tecnológicas, siendo este acervo el intangible más valioso de Morelos.¹

En septiembre de 1990 la UNAM y la UAEM suscribieron un convenio de colaboración y apoyo académico-administrativo en el cual la UNAM se comprometió a brindar apoyo a la UAEM para la creación de la Facultad de Ciencias. El desarrollo científico de la región continuó en forma acelerada con el crecimiento de los centros de investigación en la UAEM, la UNAM y de otras instituciones establecidas en Morelos. Este desarrollo requirió por un lado de un gran número de recursos humanos en ciencias y por otro permitió la formación de nuevos centros en la misma región. En 1991 el H. Consejo Universitario de la UAEM aprobó la creación de la Facultad de Ciencias (FC) con la colaboración comprometida de un grupo de investigadores de la UNAM. La FC inició sus actividades académicas en el primer semestre del año académico 1991-1992 con la

¹ Sistema Estatal de Investigadores 2018 <https://datos.gob.mx/busca/dataset/innovacion-ciencia-y-tecnologia/resource/0134f795-6c42-4535-99d9-58751be1b705>

carrera de Licenciatura en Física. Al siguiente año amplió sus planes de estudio e inició la Licenciatura en Ciencias con la colaboración de investigadores de varios institutos de investigación de la UNAM (Centro de Ciencias Genómicas, Instituto de Ciencias Físicas, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, Instituto de Matemáticas e Instituto de Biotecnología), y de Profesoras/Profesores Investigadoras/Investigadores de tiempo completo de la FC recién contratados a través de los programas del CONACyT y el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP).

Contribuyendo al desarrollo de la FC, en julio de 1993 el H. Consejo Universitario aprobó la creación de la Maestría y el Doctorado en Ciencias (Física), iniciando casi de manera inmediata los cursos en el programa de doctorado. El Doctorado en Ciencias se amplió a partir de 1996 con la incorporación de las áreas de Biofísica y Química. Con la integración del Consejo Interno de Posgrado para este programa a principios de 2005, y la elaboración de un Manual de Procedimientos acorde con sus particularidades y el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM, se evaluó y aprobó la creación de las áreas de Biología Celular y Molecular, y Modelación Computacional y Cómputo Científico. En 2008 el H. Consejo Universitario aprobó cambios en el mapa curricular para dar mayor flexibilidad al programa. En 2013 se aprobó la incorporación del área de Matemáticas.

La reestructuración curricular del Doctorado en Ciencias (con antecedente de maestría) que se realizó en febrero 2016, retoma el espíritu original que lo creó: ofrecer un Posgrado integrado de vanguardia. Un reflejo de esta intención es el mapa curricular, que integra de manera efectiva el programa de la Maestría en Ciencias a este programa para todas las áreas, ofreciendo al mismo tiempo una alta flexibilidad y un carácter multidisciplinario. Con esta estructura se resuelven problemas de diferencia entre las áreas del programa.

Desde sus inicios, el Doctorado en Ciencias ha contado con una planta docente comprometida y reconocida de profesores de tiempo completo y parcial. Un sello especial del Doctorado ha sido la participación de investigadoras/investigadores de otras instituciones en todas las actividades y áreas del programa, incluyendo la dirección de tesis. Se conserva este aspecto del programa y al mismo tiempo favorece un mejor aprovechamiento de la planta académica de tiempo completo que en 2021 es una de las más consolidadas dentro de la institución. La mayoría de los Profesores Investigadores que dirigen tesis pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), y un



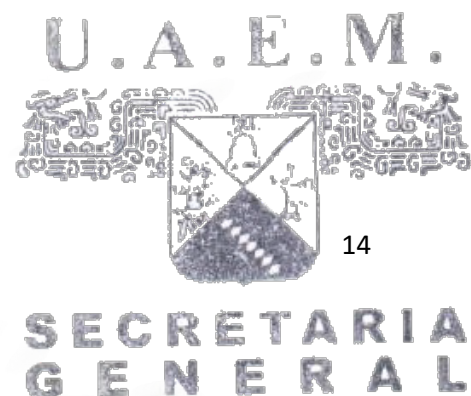
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS



número significativo de ellos está en los niveles II y III, lo que es un claro reconocimiento a nivel nacional de las actividades científicas que se desarrollan.

Por todo lo anterior, esta reestructuración curricular contribuirá a la generación y aplicación del conocimiento que requieren tanto las instancias gubernamentales (nacional, estatal y local) como las privadas, y posicionará al Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas de la UAEM de una mejor manera para cumplir con su misión sustantiva institucional, que es la formación de nuevos investigadores en Ciencias, capaces de identificar áreas relevantes del conocimiento y de generar resultados novedosos en su área de elección, que sean importantes en el contexto nacional e internacional contemporáneo.



3. FUNDAMENTACIÓN

3.1 Fundamentos de política educativa

Los proyectos educativos se encuentran enmarcados en una serie de documentos oficiales que destacan los objetivos y metas que deben tener los distintos niveles educativos. Estas normas son a nivel mundial, nacional, estatal y de la propia universidad, mismas que se cumplen con los objetivos y metas que plantea este plan de estudios. Entre los documentos que se han consultado se pueden enumerar: los objetivos del Desarrollo Sustentable de la ONU, publicaciones de la UNESCO para cumplir dichos objetivos en materia de educación, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024² y el PIDE 2018-2023³. En cada uno de estos documentos se insertan objetivos y planes para el mejoramiento de la educación superior.

El plan de estudios tiene como marco de referencia las políticas federales expuestas en los documentos para la planeación estratégica de la educación superior: El Programa de Fortalecimiento de la Calidad en Instituciones Educativas (PROFOCIE) y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), así como recomendaciones del CONACyT, donde se trata de consolidar y fortalecer los programas educativos con criterios específicos de calidad, y con objetivos claros que les confieren una identidad académica nacional e internacional.

En ese sentido, el Doctorado en Ciencias continúa el reto que implica combinar la calidad con las innovaciones curriculares, metodológicas y cognitivas en el quehacer científico.

En el ámbito de la UAEM, con base en el Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2012-2018, esta propuesta se inscribe en el marco de los objetivos de los cuatro *Planes Maestros*: 1) Asegurar la calidad de los programas educativos, 2) Ampliar la cobertura, 3) Vincular integralmente con el entorno y 4) Constituir una organización moderna y estratégica, así como en sus *Programas estratégicos* respectivos. Lo anterior está en perfecta armonía con el objetivo general del Doctorado en Ciencias, es decir:

² Plan nacional de Desarrollo 2019-2024 http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5563998&fecha=12/07/2019

³ PIDE 2018-2023
<http://pide.uaem.mx/>

“Formar Doctores en Ciencias con un alto nivel académico y con habilidad suficiente para proponer proyectos de investigación originales de manera independiente en la frontera del conocimiento, proponer soluciones a problemas del área y generar propuestas novedosas en beneficio de la sociedad”.

Por otro lado, este documento considera lo establecido en el documento *Lineamientos de diseño y reestructuración curricular (2017)* de la UAEM⁴, donde se regulan los cambios en los planes de estudio. Estos planes y sus objetivos se abordan ampliamente en los puntos siguientes.

Para la reestructuración del plan de estudios que se aprobó en diciembre de 2013 se realizó un análisis detallado de los planes de cada una de las áreas aprobadas por el Consejo Interno de Posgrado. La intención de este análisis fue detectar las deficiencias y problemas del plan de estudios y discutir opciones para resolver los problemas, tanto pedagógicos como académicos o administrativos detectados. Se consideraron también recomendaciones y observaciones específicas de distintas instancias externas tales como los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y el CONACyT en evaluaciones realizadas a otros programas de la UAEM. La reestructuración curricular actual considera muchos de los mismos aspectos y representa por lo tanto un avance adicional al que se alcanzó en 2013 y 2016 en cada uno de estos ellos.

El resultado de la modificación curricular 2017 del plan de estudios para el Doctorado en Ciencias conserva la idea fundamental de la UAEM, que es la de promover la ciencia interdisciplinaria y multidisciplinaria, para fortalecer la formación científica de alto nivel tomando en cuenta el perfil académico y las habilidades e intereses individuales de cada estudiante.

La educación de calidad es uno de los 17 objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada en 2015 por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas, como una hoja de ruta transformadora para la humanidad con la promesa de no dejar a nadie atrás. Como parte integral del compromiso adquirido por el estado mexicano, el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4) *Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos*, orienta

⁴ Lineamientos de diseño y reestructuración curricular (2017)
<https://www.uaem.mx/organizacion-institucional/secretaria-academica/direccion-desarrollo-educativo/lineamientos-diseno-reestructuracion-curricular.pdf>

la acción que plantea el Programa Sectorial de Educación 2020-2024 (PSE). Para cumplir con este objetivo este PSE define las siguientes metas particulares:

Meta 4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

Meta 4.3 Para 2030, asegurar el acceso en condiciones de igualdad, para todos los hombres y mujeres, a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria.

Meta 4.7 Para 2030, garantizar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y la adopción de estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad entre los géneros, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible, entre otros medios.

La definición de los objetivos y estrategias prioritarias del Plan Sectorial de Educación (PSE) 2020-2024, así como las acciones puntuales para su logro, tienen como referente la Reforma Constitucional en materia educativa que se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 15 de mayo de 2019, así como el contenido de la Ley General de Educación, la Ley General del Sistema para la Carrera de las Maestras y los Maestros, y la Ley Reglamentaria del artículo 3o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de Mejora Continua de la Educación; cuyo propósito común es garantizar el derecho a la educación de excelencia con inclusión y equidad.

El PSE 2020-2024 está basado en los derechos que reconoce la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Entre ellos destacan el derecho a la no discriminación (artículo 1o.); el derecho a la educación y el derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica (artículo 3o.); el derecho al acceso a la cultura y el derecho a la cultura física y a la práctica del deporte (artículo 4o.); el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación (artículo 6o.); así como el derecho a la libertad de convicciones éticas, de conciencia y de religión (artículo 24).

Los seis objetivos prioritarios del PSE 2020-2024, enlistados a continuación, expresan distintos aspectos de un propósito superior: garantizar el pleno ejercicio del derecho a la educación de

todas y todos, lo cual implica brindar una educación de excelencia en todos los tipos, niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional (SEN), apuntalada en cinco dimensiones esenciales de la calidad estrechamente relacionadas entre sí, que son: equidad, relevancia, pertinencia, eficacia y eficiencia.

- 1.- Garantizar el derecho de la población en México a una educación equitativa, inclusiva, intercultural e integral, que tenga como eje principal el interés superior de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes.
- 2.- Garantizar el derecho de la población en México a una educación de excelencia, pertinente y relevante en los diferentes tipos, niveles y modalidades del SEN.
- 3.- Revalorizar a las maestras y los maestros como agentes fundamentales del proceso educativo, con pleno respeto a sus derechos, a partir de su desarrollo profesional, mejora continua y vocación de servicio.
- 4.- Generar entornos favorables para el proceso de enseñanza-aprendizaje en los diferentes tipos, niveles y modalidades del SEN.
- 5.- Garantizar el derecho a la cultura física y a la práctica del deporte de la población en México con énfasis en la integración de las comunidades escolares, la inclusión social y la promoción de estilos de vida saludables.
- 6.- Fortalecer la rectoría del Estado y la participación de todos los sectores y grupos de la sociedad para concretar la transformación del SEN, centrada en el aprendizaje de las niñas, niños, adolescentes, jóvenes y adultos.

La intervención en torno a estos seis objetivos prioritarios se articula en 30 estrategias prioritarias, integradas por un conjunto de 274 acciones puntuales, que serán instrumentadas a lo largo de la presente administración para lograr el proyecto educativo de la Cuarta Transformación.

En torno al objetivo 1, se definieron las siguientes estrategias prioritarias:

- 1.1 Ampliar las oportunidades educativas para cerrar las brechas sociales y reducir las desigualdades regionales.
- 1.2 Impulsar medidas para favorecer el ingreso y la permanencia en el sistema educativo de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes provenientes de grupos históricamente discriminados, que alienten la conclusión oportuna de sus estudios y permitan el desarrollo de trayectorias educativas completas
- 1.3 Promover la reorientación y transformación de las instituciones educativas para que respondan a las necesidades de sus comunidades y a las características específicas de su contexto.
- 1.4 Garantizar condiciones de equidad para todos, con énfasis particular en los grupos y poblaciones históricamente discriminados.
- 1.5 Asegurar que la población en rezago educativo adquiera los conocimientos y habilidades mínimas para acceder a una mejor condición de vida y oportunidades para el desarrollo integral.
- 1.6 Garantizar la obligatoriedad y gratuidad de la educación media superior y superior como condición para asegurar el acceso de adolescentes y jóvenes al conocimiento, la cultura y el desarrollo integral.

El gobierno federal promueve la investigación científica y tecnológica; apoya al estudiantado y las/los académicas/académicos con becas y otros estímulos en bien del conocimiento. El CONACyT coordina el Plan Nacional para la Innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, científicos y empresas.

En este contexto, la política educativa de la presente administración se articulará en torno a seis prioridades, a saber: educación para todas y todos, sin dejar a nadie atrás; educación de excelencia para aprendizajes significativos; maestras/maestros como agentes de la transformación educativa; entornos educativos dignos y sana convivencia; deporte para todas y todos; y rectoría del estado en la educación y consenso social.

El Plan Estatal del Estado de Morelos 2019-2024, concuerda tanto con la agenda 2030 de la ONU como con el Plan Sectorial de Educación 2020-2024. Su eje rector 3 “Justicia para los Morelenses”, señala que el papel de la educación es un factor de cambio para lograr el desarrollo de la ciudadanía. Por ejemplo, su objetivo 3.6 es “Garantizar una educación de equidad y calidad, y promover oportunidades de aprendizaje permanente que permitan el desarrollo armónico del individuo para integrarse y construir una mejor sociedad”, y el objetivo particular 3.6.3. es “Asegurar una educación superior de calidad, equitativa e inclusiva con acceso igualitario entre hombres y mujeres”.

En el ámbito de la UAEM, el Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2018-2023 se inscribe en el marco de los seis Ejes Estratégicos: 1) Formación; 2) Investigación, Desarrollo e Innovación; 3) Vinculación y extensión; 4) Regionalización; 5) Planeación y Gestión Administrativa, y 6) Internacionalización. Lo anterior está en perfecta armonía con los objetivos fundamentales del Doctorado en Ciencias, es decir:

a) Consolidar a la universidad como una institución incluyente y reconocida por su excelencia académica, a través del fortalecimiento de sus programas educativos para que atiendan la formación integral de los estudiantes, con base en prácticas docentes centradas en el aprendizaje y generadoras de entornos de formación que favorezcan la autonomía, el impulso de estrategias para mejorar los espacios educativos, así como la habilitación de la planta académica.

b) Fortalecer y ampliar la vinculación de la universidad con el sector público, privado y con la sociedad en general, así como extender los servicios universitarios con el propósito de coadyuvar en la formación profesional de los estudiantes y tener un impacto en la transformación de la sociedad.



- c) Consolidar la cobertura educativa articulando la docencia, la investigación y la extensión de los servicios en las regiones de la entidad, a través de la implementación de programas educativos pertinentes y factibles.
- d) Posicionar a la UAEM como una institución con una administración eficiente y eficaz con altos estándares de calidad, a través de la planeación estratégica, el desarrollo institucional y la consolidación de procesos sustantivos y adjetivos para el logro de los objetivos institucionales.
- e) Posicionar a la UAEM a nivel internacional a través de un programa estratégico integral de cooperación académica, que favorezca la colaboración interinstitucional mediante la participación en redes, el intercambio académico, la acreditación internacional de sus programas educativos y la implementación de esquemas y acciones con un enfoque global reflejado en las funciones sustantivas de la institución.

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 hace referencia a la relevancia que tendrá para el gobierno en este período dar oportunidad de incorporarse a los niveles superiores, así como la importancia de una política de desarrollo de la investigación científica a través de un programa de becas que se implementará a través del CONACyT.⁵

3.2 Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural

En 2021, México forma parte de la globalización económica que experimenta el mercado mundial. Esta situación ha acelerado las transacciones internacionales comerciales y financieras, y la competitividad se hace cada vez más fuerte entre empresas que aplican la tecnología y la innovación, lo que ha propiciado cambios en los procedimientos de producción, la relocalización geográfica de los procesos productivos y el surgimiento de nuevas industrias competitivas con alcance internacional.

La tecnología sustentada en el conocimiento científico, evoluciona y se redefine cada vez más rápidamente y, en este escenario, desempeña un papel importante en la satisfacción de las demandas de la sociedad en cuanto a la creación de nuevos productos y servicios a precios competitivos. Así, también ofrece alternativas tendientes a mejorar los procesos de producción, y con ello, propiciar una mayor eficiencia en el uso de los insumos de producción con una menor contaminación del ambiente.

La ciencia en su sentido más amplio es fundamental en los procesos de globalización. A 2021, se investigan y desarrollan procesos sustentados con técnicas biológicas, químicas, físicas y

⁵ Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en Diario Oficial de la Federación, 12 de julio de 2019, p. 68.

computacionales avanzadas para su aplicación en la energía, la agricultura, la salud, el medio ambiente y la industria, mismas que tendrán importantes repercusiones en la economía mundial. También es necesario formar cuadros competitivos en áreas como la ciencia de materiales y la nanotecnología, las cuales están ligadas a las áreas de la Física y la Química principalmente. En este contexto, países como Estados Unidos invierten hasta 3 mil millones de dólares anualmente en desarrollo e investigación ligada a la nanotecnología, que equivale a un tercio de la inversión a nivel mundial. Por ser la nanotecnología una actividad altamente multidisciplinaria es necesario contar con profesionistas con conocimientos en Matemáticas, Física, Química, Ciencias Computacionales y de Materiales, Bioquímica y Biología Molecular, entre otras áreas. Las aplicaciones comerciales de los materiales nanoestructurados van desde productos que tienen que ver con medicamentos, nanotransmisores y celdas solares, hasta el deporte, los cosméticos y las prendas de vestir.

En el área de salud, el Doctorado en Ciencias tiene un impacto socioeconómico directo en el estado de Morelos y en la CDMX, ya que varias/varios investigadoras/investigadores que participan en el programa tienen colaboraciones con Servicios de Salud de Morelos y diversos hospitales (por ejemplo, Hospital General José G. Parres, el Sanatorio Español en la Ciudad de México, el Hospital del Niño y del Adolescente Morelense, entre otros), para el estudio de problemas tales como epilepsia, el sistema inmune de neonatos y enfermedades autoinmunes. La colaboración con los hospitales locales incluye el impartir cursos de actualización para el personal del hospital, y el planteamiento de proyectos conjuntos para estudiar las bases genéticas de enfermedades tales como la obesidad, y la generación de material para terapia celular, así como de enfermedades infecciosas. El conocimiento tradicional del poder curativo de la flora endémica del estado de Morelos se aprovecha por los grupos que trabajan en el aislamiento y caracterización de los productos naturales derivados de estas plantas, para su aplicación en problemas de salud tales como hipertensión, diabetes y fertilidad. Otros grupos se enfocan en el diseño novedoso de nuevos fármacos basados en moléculas orgánicas, organometálicas y complejos de coordinación para evaluar sus potenciales propiedades citotóxicas contra líneas celulares de cáncer humano, o sus propiedades antibióticas. En cuanto a la prevención de enfermedades, varios grupos trabajan en el estudio de la biología molecular de virus asociados a padecimientos respiratorios y gastrointestinales, entre otros, que pueden contribuir al desarrollo de vacunas contra

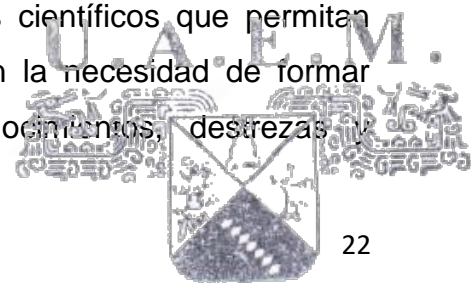
enfermedades que tienen un alto impacto en el sector salud causadas por virus como dengue, influenza, rotavirus, adenovirus, que afectan a la población infantil del Estado. Así, las enfermedades causadas por patógenos, serio problema de salud en el Estado, ya sean virales, bacterianos, protozoarios o helmintos, son todos sujetos de estudio por investigadoras/investigadores asociados al Doctorado en Ciencias.

En el área de ciencias computacionales, existen muchos avances que permiten resolver problemas de diversa índole y que afectan de manera significativa al desarrollo de la sociedad. Por ejemplo, el refinamiento en el estudio del análisis de señales, permite la aplicación de métodos que permitirían la detección y diagnóstico temprano de diversas enfermedades. Asimismo, el procesamiento digital de imágenes permite el diagnóstico y prevención de enfermedades de diversas plantas, lo cual tendrá un impacto positivo en la agricultura.

Con respecto al área de matemáticas y su impacto socioeconómico, se puede mencionar que el desarrollo del Estado de Morelos está ligado de manera muy cercana a su capacidad científica y técnica, y éstas al grado de educación y formación universitaria que se oferta. En cuanto a la educación y la investigación científica, las zonas metropolitanas de Cuernavaca albergan a un número importante de empresas establecidas en Morelos. Aunado a ello, en Cuernavaca se ubican diversos centros e institutos de investigación, laboratorios y un número importante de investigadores nacionales. Es posible afirmar que en Morelos se vive un proceso de culturización asociada a la tecnología y a las inherentes nuevas habilidades.

Los diferentes rubros del conocimiento, desde los que tienen una tradición en la historia de la cultura, hasta las disciplinas que han surgido a la luz de las necesidades técnicas, requieren cada vez más, de información de calidad y procesos de razonamiento matemático.

Entonces, el panorama económico y social de Morelos muestra un dinamismo prometedor, dada la diversidad de opciones, la reconversión, diversificación e innovación de sus procesos productivos, que lo proyectan hacia una estrategia de desarrollo favorable. Es así que, de acuerdo con las descripciones anteriormente expresadas, es clara la necesidad en el ámbito educativo de una mayor y mejor comprensión de los conocimientos y resultados científicos que permitan permear en la generación de nuevas tecnologías; ello repercute en la necesidad de formar profesionales de las Matemáticas con aptitudes, actitudes, conocimientos, destrezas y



habilidades, capaces de enfrentar los retos que conllevan el desarrollo industrial del Estado de Morelos.

También podemos mencionar que las Matemáticas, son parte trascendental del soporte de los procesos con que las personas pueden acceder a la ciencia y la tecnología, en un mundo que se está haciendo cada vez más cuantitativo y en el que cada vez más profesionistas de toda índole, dependen de datos y de razonamientos numéricos. Esto es posible asegurarlo dado que, al comprender y manejar los principios de la Matemática, pueden aplicarlos a los diferentes rubros del conocimiento humano, manipulando los métodos de razonamiento deductivo e inductivo, así como los procesos de análisis y síntesis.

Dos PITCs del CIDC desarrollan proyectos, uno de inmunología y otro de modelado de virus, como el del SIDA y el del SARS Cov2

3.3 Avances y tendencias en el desarrollo de la disciplina o disciplinas que participan en la configuración del Doctorado en Ciencias.

De 2010 al 2021 hemos sido testigos de grandes avances científicos que se han reflejado en la vida cotidiana de los seres humanos. Ha sido tal el impacto social y económico de la ciencia, que se reconoce a nivel mundial que vivimos la era del conocimiento, sin el cual las naciones difícilmente competirán en los mercados internacionales cada vez más globalizados. Esto aplica particularmente en el sector de desarrollo de productos de alto valor agregado. La investigación interdisciplinaria juega un papel cada vez más importante en el desarrollo de la ciencia, llevando a notables resultados. Por ejemplo, el Premio Nobel de Química 2014 fue otorgado a dos físicos y un físico-químico por la “técnica física, desarrollada con ayuda de un químico, que ayuda a resolver problemas en biología”.⁶

En una edición especial de Nature 2015⁷ dedicada a la importancia de interdisciplinariedad de la ciencia, se reporta que una estrategia interdisciplinaria tiene que llevar a la gente a hacer preguntas y resolver problemas que nunca habían emergido antes. Pero también puede resolver problemas añejos, especialmente estos que no se pudieron resolver por estrategia convencional. Por otro lado, las agencias de financiamiento han creado convocatorias específicas para proyectos

⁶ Andrés Arroyo-Pieck y Jorge Peón, Educ. quím., 26(1), 50-51, 2015.

⁷ [Mind meld. *Nature* 525, 289–290 (2015)]

interdisciplinarios, o de frontera como el CONACYT. En consecuencia, hay una necesidad significativa de fomentar la interdisciplinariedad desde el nivel de maestría.

Así, la respuesta de la Ciencia a los nuevos retos que enfrenta la humanidad solo se pueden resolver desde una perspectiva interdisciplinaria, no aislada y reduccionista. En este sentido, por ejemplo, los mayores avances de las Ciencias Químicas se dan hoy en día en la interfase con otras ciencias como la biología, la medicina, la ciencia de los materiales o las ciencias ambientales, física y ciencias de la complejidad.⁸ Es importante señalar que en estas fronteras el objeto de estudio de la química está cambiando del estudio de sustancias macroscópicas aisladas, hacia la comprensión de sistemas multicomponentes complejos como lo son las células vivas, y hacia el entendimiento de las propiedades de las sustancias a un nivel submicroscópico, esto es, a escala molecular. El avance en los métodos y técnicas experimentales y teóricas, ahora permite la aproximación al estudio de sistemas químicos a una escala que llega al límite mismo del tamaño de los átomos y las moléculas. Asimismo, el avance en las ciencias computacionales, tanto a nivel hardware, como en el desarrollo de nuevos métodos de inteligencia artificial y de aprendizaje de máquina, está incidiendo de manera cada vez más importante en prácticamente todas las ramas de la ciencia.

Algunos de los avances y tendencias más significativos de la ciencia, relacionados con el trabajo del Núcleo Académico del DC, en los últimos años son los siguientes:

- Un aumento del número de estructuras tridimensionales de macromoléculas biológicas de gran tamaño y complejidad. Son notables la estructura del ribosoma, y una cantidad creciente de proteínas de membrana, que permite la correlación estructural con las medidas electrofisiológicas y de la bioenergética clásica. El éxito se debe a la sistematización de condiciones de cristalización, el acceso a fuentes intensas de rayos-X (provenientes de sincrotrones), y mejoras en las técnicas de cristalografía de rayos-X. La resonancia magnética nuclear también ha contribuido a este esfuerzo, proporcionando además información dinámica sobre las macromoléculas. Los datos de resolución atómica se usan, entre otras cosas, para la interpretación fina de estructuras a baja resolución, obtenidos por crio-electromicroscopía. La importancia de estos desarrollos se refleja en el hecho que se han formado consorcios internacionales cuya función es determinar la estructura de proteínas que carecen de

⁸ [Mahaffy P., *Chem. Educ. Res. Pract.*, **2004**, 5, 229-245]

homólogos en la base de datos Protein Data Bank (PDB). Un ejemplo evidente de la repercusión de estos avances, es el tiempo récord en el que la comunidad científica generó y liberó estructuras tridimensionales fundamentales que abrieron la posibilidad de analizar proteínas blanco para generar herramientas terapéuticas y contener la actual pandemia de COVID-19.

- En cuanto a espectroscopía, las técnicas que utilizan fluorescencia, tanto independientes como dependientes del tiempo, han sido centrales para estudiar la distribución de moléculas en células vivas (gracias a la colección creciente de fluoróforos y a las técnicas que requieren la coincidencia espacial y temporal de 2 y 3 fotones, y la técnica de reflexión total interna), y para estudiar la dinámica de moléculas aisladas. Junto con la microscopía de fuerza atómica y otras microscopías de campo cercano, se tiene una resolución espacial del orden del nanómetro, temporal de femtosegundo y una resolución de fuerza de piconewton. La Resonancia Magnética Nuclear (RMN) ha permitido a los químicos conocer con mayor exactitud la estructura de moléculas obtenidas a partir de productos naturales o mediante la síntesis orgánica, inorgánica, organometálica o de sistemas biológicos, así como la de macromoléculas, péptidos y proteínas, y hoy en día también es una herramienta útil en medicina. La espectrometría de masas también es de gran apoyo en las áreas de química para la elucidación estructural de moléculas relativamente sencillas o complejas como las proteínas.
- El desarrollo de nuevos y mejores catalizadores en fase heterogénea y homogénea ha sido y seguirá siendo fundamental para preparar productos con potencial farmacológico y productos que la sociedad contemporánea demanda a menores costos y en condiciones menos agresivas para el medio ambiente. En este sentido ha surgido la llamada “Química Verde” que se vale de mejores catalizadores y condiciones de reacción que sustituyan, por ejemplo, los disolventes orgánicos por agua, y la generación de subproductos no agresivos a los seres vivos.
- Estos avances se conjuntan con el aumento en la capacidad de cómputo, que permite el modelado molecular cada vez con mayor detalle y apego a las condiciones experimentales. A la fecha de este documento, se tiene acceso a los tiempos de plegamiento de proteínas pequeñas, y a la simulación de sistemas tan grandes como nucleosomas y ribosomas

(millones de átomos). Muchos problemas de mecánica estadística que requieren de la enumeración exhaustiva para ser resueltos, ya son tratables. Esto tiene aplicaciones en la determinación de la selectividad de proteínas por sus ligantes. Se han creado concursos internacionales tales como el Critical Assessment of Techniques for Protein Structure Prediction (CASP) de algoritmos para predecir la estructura de proteínas, aprovechando los recursos crecientes de cómputo a nivel mundial.

- Desde el año 2000 se ha logrado la secuenciación completa de los genomas de un número creciente de organismos modelo, y del humano. Esto ha traído consigo el desarrollo de algoritmos para la anotación automática de genomas y para la predicción del plegamiento de los productos de todos los genes encontrados. Además, la bioinformática se ha fusionado con los sistemas complejos, dando la posibilidad de modelar redes de macromoléculas que participan en regulación de la expresión genética, redes metabólicas y de señalización. Esto ha tenido un impacto importante en el desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico y en la industria farmacéutica, tanto en la identificación de nuevos blancos terapéuticos como en la evaluación de la toxicidad de nuevos fármacos.
- Los avances en ciencia de materiales y biología han sido vertiginosos, pero la nanotecnología ha sido la más significativa en la última década. La nanotecnología más que una nueva área de la ciencia es una actividad que aglutina varias especialidades científicas para resolver problemas que tienen que ver con las sustancias a escala nanométrica (1×10^{-9} m a 100×10^{-9} m). A esta escala las propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales difieren de manera notable en sus aspectos fundamentales y en sus propiedades físicas y químicas de los átomos y moléculas individuales o de los materiales vistos en su totalidad. Ya no hay lugar a dudas al decir que la nanotecnología cambiará de manera radical la economía, calidad de vida, seguridad nacional y educación de las sociedades. Las áreas que están generando las ganancias más grandes a nivel industrial son: pulimento químico-mecánico, cintas de grabado magnéticas, bloqueadores solares, soportes catalíticos automotivos, bioetiquetado, recubrimientos electroconductivos, fibras ópticas y nuevos medicamentos.
- Debido a los avances tecnológicos, en la creación de nuevos materiales, en la detección y generación de señales ópticas para la adquisición de información, en la utilización de dispositivos optoelectrónicos como: los láseres, diodos láser, guías de ondas, rejillas, filtros,

protectores y moduladores ópticos entre otros, en este momento es muy importante el estudio de las propiedades ópticas de nanoestructuras basadas en semiconductores y dieléctricos, especialmente es importante la investigación en el área de materiales de baja dimensionalidad como las nanoestructuras cuánticas y el estudio de sus propiedades ópticas de estructuras periódicas, cuasiperiódicas y aleatorios, en una y dos dimensiones.

- Para el estudio del comportamiento de diversos sistemas complejos, tales como la actividad eléctrica cerebral, reacciones químicas, sistemas biológicos, seres humanos actuando en conjunto, el transporte público, entre otros, se han desarrollado y siguen desarrollándose métodos de análisis utilizando técnicas que tienen un origen muy diferente como lo son por ejemplo la teoría de las matrices aleatorias, el análisis de fluctuaciones, la teoría de gráficas, las teorías provenientes del estudio de los sistemas dinámicos, la teoría de la información por mencionar algunas. En particular, un ejemplo de sistema complejo es el cerebro. El funcionamiento cerebral ahora está siendo estudiado con un enfoque holístico en el que intervienen diferentes disciplinas, el cerebro no es sólo un conjunto de neuronas que interactúan, sino una red neuronal que genera una multitud de fenómenos emergentes (memoria, pensamiento, entre otros) que están siendo estudiados desde las teorías de frontera de la física, la biología, la biofísica y las ciencias de la computación y se está generando un nuevo tratamiento junto con la creación de nuevas herramientas que permitirán elucidar la fenomenología involucrada y poder generar estrategias, para por ejemplo prevenir comportamientos no deseados tales como es el caso de los ataques epilépticos.

Por otro lado, se tienen también el estudio y la generación de nuevo conocimiento sobre fenómenos de transporte de masa y energía en sistemas complejos. Esta área es muy amplia y comprende el estudio de sistemas como fluidos en condiciones no isotérmicas, materiales semiconductores con efectos cruzados, plasmas a baja temperatura, fenómenos a escala geológica como deshielo, movimiento en la atmósfera, por mencionar algunos. Estos últimos se estudian utilizando técnicas de la física estadística como son el escalamiento e invariancia. También se analizan algunos sistemas complejos con técnicas que provienen de la teoría de la información. En particular se están analizando las relaciones de causalidad en modelos termodinámicos del transporte de calor y partículas en materiales semiconductores utilizando la

llamada entropía de transferencia. Algunos de estos problemas se trabajan tanto teórica como experimentalmente. Ellos son: plasmas, fluidos no isotérmicos, deshielo y movimiento atmosférico.

- En el área de matemáticas, en los últimos 25 años, gracias al desarrollo de nuevas técnicas de geometría diferencial y avances en teoría de números, se pudieron mostrar dos conjeturas con más de 100 años de antigüedad cada una; estos resultados han propiciado un mayor auge en la investigación en estas dos áreas de las matemáticas. Otra área de importante desarrollo en los últimos años es la de sistemas dinámicos, gracias al constante mejoramiento de los algoritmos computacionales, en los que se apoya la teoría de esta rama inter y transdisciplinaria de las matemáticas y la física, que involucra a otras áreas de la ciencia.
- Las nuevas tendencias en materia del desarrollo de las Matemáticas, responden a un campo de aplicación sumamente amplio, tanto en la investigación básica, como en la interacción con grupos de investigación enfocada hacia diversas áreas del conocimiento entre las que se puede citar: la del medio ambiente que requiere de ubicar la distribución y calcular la abundancia de la biodiversidad; así como, el diseño de modelos que proyectan la extensión y masificación de los efectos contaminantes en una zona determinada. La industria en materia de nuevos prototipos tecnológicos para la operatividad de las áreas de producción, así como telecomunicaciones; asimismo, que depende de la mejora de la calidad de los bienes y servicios que oferta, así como la eficiencia en los sistemas de producción y distribución. Las autoridades gubernamentales que requieren información cuantitativa en tiempo real para orientar las políticas de desarrollo económico y social. Las empresas que se apoyan en los procesos de investigación de mercado para la toma de decisiones de alta relevancia, por mencionar algunas.

En este contexto, el Núcleo Académico del DC ha trabajado y se propone continuar trabajando en la actualización de manera expedita y permanente en los temas de investigación en el Doctorado en Ciencias, así como de otros aspectos del programa.

3.4 Mercado de trabajo

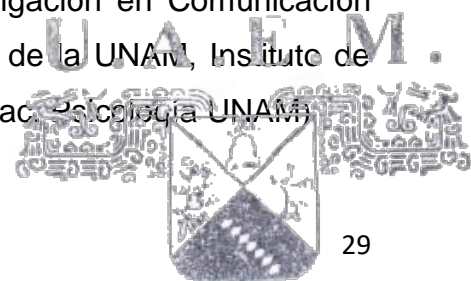
El mercado de trabajo que pueden satisfacer quienes egresan del Doctorado en Ciencias es amplio, independientemente del área en la que se hayan formado. En este punto vale la pena mencionar el Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación 2012-2018, el Plan Nacional de

Desarrollo 2019-2024 impulsado por el poder ejecutivo en donde establece que “El gobierno federal promoverá la investigación científica y tecnológica; apoyará a estudiantes y académicos con becas y otros estímulos en bien del conocimiento. El CONACYT coordinará el Plan Nacional para la Innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, científicos y empresas”. Se han hecho avances, pero la necesidad imperiosa de formar un mayor número de recursos humanos con nivel de posgrado persiste. Así, es claro que el rezago sigue siendo grande, razón por la cual un programa como el Doctorado en Ciencias es fundamental para formar y suplir las/los profesionales que se necesitan en el país para afrontar los grandes retos que hay que superar.

Quienes egresan encontrarán aceptación tanto en el sector educativo, especialmente en universidades, como en el sector salud y en el sector industrial.

De las encuestas enviadas a 114 egresadas y egresados, se obtuvieron 40 respuestas. De éstas, el 55% indica que está o estuvo realizando una estancia posdoctoral (Instituto de Biotecnología y la Facultad de Medicina de la UNAM, la Universidad Michigan-USA, entre otras); el 10% trabaja como técnico académico (CIDC y CIQ de la UAEM), el 7.5% trabaja en la industria (Polaquimia, Everis, Tlatelolco Lab, etc.); el 17.5% cuentan con plaza de profesor investigador (Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la UAEM, entre otros); el 7.5% trabaja como docente y el 2.5% tiene una plaza como cátedra CONACyT.

Con relación a quienes egresan del área de Física, se dividen en dos grupos: recientes (Se encuentran realizando Postdoctorados en diferentes Centros de Investigación como son: Instituto de Microelectrónica en Barcelona (IMB-CNM Barcelona), Universidad de Texas, en San Antonio. ICF-UNAM, IF-UNAM, IBT-UNAM, Universidad de Oslo en Noruega) y anteriores (Se encuentran realizando labores de Investigación en diferentes instituciones internacionales y nacionales, como son: U. McGill en Canadá, U. de Sussex en Inglaterra, Karlsruhe Institute of Technology (KIT Helmholtz, Alemania), Oxford University en Inglaterra, Centro de Investigación Elettra-Sincrotrone en Trieste SCPA, Laboratorio Nacional para la Producción y Análisis de Moléculas y Medicamentos Biotecnológicos (LAMMB, México), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica de la UASLP, Laboratorio Nacional de Microscopía Avanzada de la UNAM, Instituto de Física de la BUAP, Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, Fac. Psicología UNAM).



Con respecto a las/los que egresan del área de Matemáticas, una cantidad importante de ellos encuentra aceptación principalmente en el sector educativo, como profesoras/profesores investigadoras/investigadores o docentes, y una cantidad menor ingresa al sector privado (instituciones bancarias, o haciendo análisis de datos para empresas, por citar dos ejemplos).

Con respecto a los egresados del área de Modelación Computacional y cómputo Científico, una cantidad significativa continúa con estudios relacionados con el área. También existen casos que se dedican al sector educativo o trabajan en centros de computación asociados a diferentes universidades. También se insertan al sector privado en áreas relacionadas con el análisis de tipo “Big Data”.

El mercado de trabajo al que podría incorporarse el egresado del Programa del Doctorado en Ciencias del área Química, es muy amplio ya que incluye el sector educativo, el industrial y el gubernamental en el Estado de Morelos; también puede incluir en su conjunto a la región Centro-Sur del país, en donde se concentran un gran número de IES, industrias y empresas que ocupan a profesionistas en las Ciencias Químicas.

Una parte de la oferta de empleo en el sector químico proviene de industrias agrupadas en la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) quienes actualmente representan más del 95% de la producción privada de químicos de nuestro país a través de alrededor de 220 empresas de distintos tamaños y con actividades dentro del sector clasificadas como Adhesivos y Selladores, Biomateriales, Distribuidores y Representantes de Productos Químicos, Especialidades Químicas, Fertilizantes y Agroquímicos, Fibras Artificiales y Sintéticas, Lubricantes y Aditivos, Pigmentos y Colorantes, Productos Químicos para Tratamiento de Agua, Poliuretanos y Resinas Sintéticas, entre otros. A esta diversidad de actividades, en el sector químico se suman las empresas dedicadas a la producción y distribución de medicamentos para el consumo humano y veterinario agrupadas en la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (CANIFARMA), que en 2012 listaba a 186 empresas de este ramo. Muchas de estas empresas se encuentran en el Estado de Morelos. Es importante mencionar que la formación interdisciplinaria permitirá de los egresados de este programa adaptarse más eficientemente a las demandas del campo tanto en el sector público y como el privado. Adicionalmente, los egresados de este programa estarán plenamente capacitados para integrarse en el sector educativo. Contar con recursos humanos altamente

especializados fortalecería los cuerpos docentes y de investigación en las IES en el Estado de Morelos, o a nivel nacional.

3.5 Datos de oferta y demanda educativa

Entre 2010 y 2021, han ingresado 254 alumnas/alumnos al programa de DC, y han obtenido el grado 156 de ellos. Se observa un incremento constante de número de egresadas/egresados entre 2011 (6 egresos) y 2019 (21 egresos). De 2012 a 2021, se ha mantenido una demanda constante con un promedio de 23 alumnas/alumnos por año. Se observó una disminución de 45% para el ingreso del año 2019, principalmente debido a un retraso en los egresos del programa de Maestría en Ciencias, principal fuente de ingreso al programa de DC, como consecuencia del sismo que sufrió el estado de Morelos en 2017 y provocó un cierre de los centros sede del programa y sus respectivas actividades de investigación durante un semestre. El nivel de ingreso no se ha recuperado del todo en los años siguientes, 2020 y 2021, ya que por la situación sanitaria debido a la pandemia de SARS-COV 2 en el país, el acceso a las instalaciones de la UAEM se vio afectado de marzo 2020 a agosto 2021. Esta situación tuvo consecuencias notables también sobre el egreso del programa de DC. Se observa un incremento regular de número de egresadas/egresados entre 2011 (6 egresos) y 2019 (21 egresos), paralelo al incremento regular de ingreso al programa, este número disminuyó sensiblemente en 2020 y 2021.

A pesar de las situaciones excepcionales descritas anteriormente, entre 2010 y 2021 los números de estudiantes que han ingresado y de los que han obtenido el doctorado han aumentado considerablemente (Figura 1) y hacen palpable que existe una demanda importante de este programa, no solo en el Estado de Morelos, sino también en otros. En efecto, si bien la mayoría del estudiantado del Doctorado en Ciencias transita desde la Maestría en Ciencias de la UAEM, cabe mencionar que también han ingresado de otras universidades nacionales (Universidad Veracruzana, Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad Autónoma de Tabasco, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Universidad Autónoma de Guadalajara, entre otras) y otros tantos provenientes de universidades extranjeras (Brasil, Chile, Colombia, Cuba, India y Marruecos).

Cabe mencionar que el plan de estudios de Doctorado en Ciencias es único en el Estado y representa una verdadera fortaleza para la UAEM y esta entidad. Como se describe en el apartado





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS

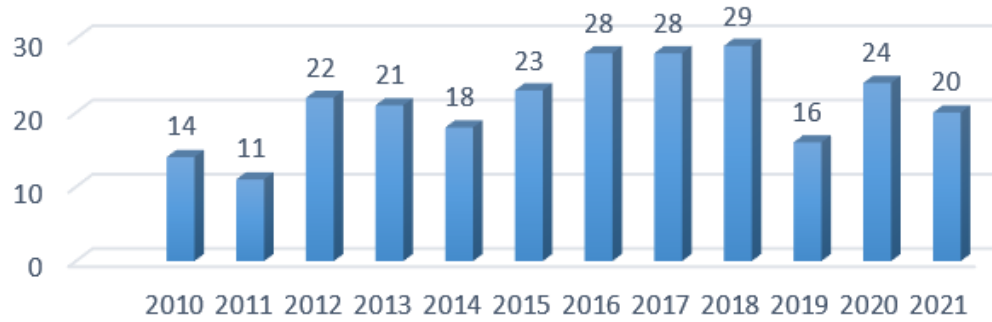


3.6 Análisis comparativo con otros planes de estudio, por su naturaleza, el Doctorado en Ciencias, no puede compararse con otros doctorados ya que el mapa curricular es único para las 5 áreas o disciplinas de la ciencia, es decir, es el mismo para: Biología Celular y Molecular, Física, Matemáticas, Modelación Computacional y Cómputo Científico, y Química. Adicionalmente, como se describe en el apartado 4 Principales características, el carácter multi e interdisciplinario del Doctorado en Ciencias es una condición que favorece la incorporación del estudiantado de maestrías afines de diversas áreas.



(Figura 1) Ingresos y egresos en el DC

INGRESOS DC



EGRESOS DC



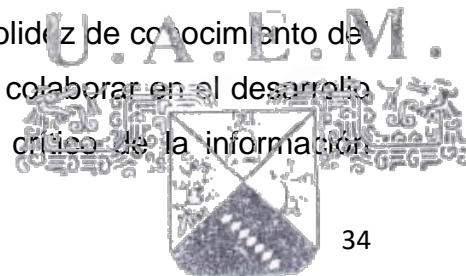
3.6 Análisis comparativo con otros planes de estudio

Comparación con otros programas a nivel nacional

Al comparar de manera directa el plan de estudios del Doctorado en Ciencias con el plan de estudios de otros doctorados del área de ciencias exactas, se observa que se basa en un esquema con carácter multi e interdisciplinario que unifica criterios académicos en áreas de la ciencia que funcionan de manera separada en otras instituciones nacionales e internacionales. Tal como se mencionó anteriormente, en el programa de DC el mapa curricular es único para las áreas existentes: Biología Celular y Molecular, Física, Matemáticas, Modelación Computacional y Cómputo Científico, y Química. En instituciones como la UNAM, el área de Química, por ejemplo, se encuentra en un Posgrado que opera de manera independiente del Posgrado en Ciencias Físicas, Ciencias Biomédicas, Ciencias Biológicas y Ciencias Bioquímicas. Esta separación es todavía más patente en instituciones como el CINEVESTAV del IPN, donde los posgrados son ofrecidos por los departamentos correspondientes, es decir, el posgrado en Química lo opera el departamento de Química, el de Física el departamento del mismo nombre, etc. Es de resaltar que, para el área de Modelación Computacional y Cómputo Científico, no existe antecedente de una opción semejante a nivel nacional y a nivel internacional existen pocos programas equiparables.

Comparación con otros planes de estudio a nivel nacional (Anexo 1): se comparan las principales características del plan de estudios del DC con las del plan de estudios de dos doctorados nacionales de calidad reconocida; el Doctorado en Ciencias Químicas y el Doctorado en Ciencias Bioquímicas, ambos de la UNAM.

Por ser el único con carácter interdisciplinario, el DC de la UAEM presenta un nombre más general que los otros dos doctorados, cuyo nombre especifica una disciplina. El objetivo es más extenso y detallado, pero en general en los tres se destaca la alta calidad académica de la formación de Doctores en Ciencias, su capacidad para desarrollar proyectos de investigación básica y/o aplicada, como también labores de docencia y difusión de la ciencia. El perfil de egreso de los tres programas también es muy parecido, resaltando la importancia de la solidez de conocimiento de área de especialización de quienes egresan, su capacidad en dirigir y colaborar en el desarrollo de proyectos de investigación, así como su aptitud para el manejo crítico de la información.



científica en la divulgación, aplicación y enseñanza de ésta. El mercado de trabajo es el mismo para los tres programas, lo cual no es de extrañar ya que el objetivo de estos es muy parecido, y de manera general es el mercado al cual se dirigen los científicos de cualquier disciplina en un mundo globalizado. El número de créditos del DC es de 100, y corresponde al número de créditos que marca el RGEP de la UAEM de septiembre de 2020. Los doctorados de la UNAM no presentan créditos. Como se puede observar en la comparación con otros planes de estudio a nivel nacional (ver Anexo 1), la duración de las carreras es de 8 semestres para estudiantes de tiempo completo. Así se respeta tanto lo marcado en el RGEP de la UAEM como los lineamientos del CONACyT para programas de calidad, pero también corresponde a la duración común de un doctorado en ciencias exactas en el resto del mundo. En esta comparación no se enlistan en detalle todas las áreas específicas del conocimiento que se enseñan en el DC, porque al incluir 5 disciplinas de la ciencia, esta lista sería exhaustiva. Tendría que incluir todas las áreas específicas de los otros dos programas, más las de las áreas de Matemáticas, Física y Modelación Computacional y Cómputo Científico. Es justo esta particularidad que distingue y enriquece al Doctorado en Ciencias comparándolo con los demás programas del país. Finalmente, al ser tres programas de formación de doctores en algunas áreas de la ciencia, el único eje de formación es el experimental, o de investigación. Este eje es fundamental para terminar la formación de un científico de alto nivel, tiene que experimentar para generar nuevo conocimiento.

Comparación con otros programas del extranjero

La comparación con otros planes de estudio a nivel internacional subraya la misma diferencia que en el párrafo anterior, es decir el DC es el único programa multidisciplinario, en el sentido que junta 5 disciplinas mayores de la ciencia (Anexo 2). Sin embargo, aquí se compara el DC con el programa de Doctorado en Química Avanzada de la Universidad Complutense de Madrid y el Doctorado en Física de la Universidad de Barcelona. Con lo visto anteriormente, el nombre del DC es más general que el de los otros dos programas, con el fin de poder abarcar las distintas disciplinas de la ciencia, mientras que el nombre de los otros dos programas se refiere a una sola disciplina, aunque abarque diversas áreas de investigación. El objetivo general de los tres programas concuerda en la formación de científicas/científicos con conocimientos avanzados en su especialidad, que puedan desarrollar habilidades avanzadas de investigación, que les permitirán desenvolverse de buena manera, tanto en medio académico como en medio industrial.

Aunque no se encuentra como tal un perfil de egreso para los programas internacionales, se entiende que sus egresadas/egresados tendrán un perfil de investigadoras/investigadores con sólidos conocimientos en su especialidad, que podrán trabajar en la frontera de la investigación básica y aplicada y llevar a cabo *una investigación traslacional de alta calidad*. Por ser programas dedicados a una sola disciplina de la ciencia, los programas europeos tienen un mercado de trabajo con campos de investigación más específicos que el del DC. Una diferencia importante con los programas del extranjero es que estos no contemplan la superación de créditos ECTS⁹, mientras que en el DC deben cubrirse 100 créditos. Dada su mayor generalidad el DC no define en sus áreas de conocimiento todas las subdisciplinas, ya que esto daría lugar a una lista exhaustiva.

El esquema del Doctorado en Ciencias permite una verdadera optimización administrativa y académica del programa sin disminuir su calidad, y tiene como características principales las siguientes:

- a) La flexibilidad del mapa curricular, el cual está diseñado para permitir que el estudiantado tenga una formación individualizada, con un mínimo de restricciones por calendarización de actividades, para fomentar que avance en el desarrollo de su proyecto de investigación y pueda obtener el grado antes del tiempo máximo establecido para el programa.
- b) La formación de cada estudiante está encaminada a la satisfacción de sus intereses académicos. Por esto cuenta con un comité tutorial que irá supervisando su trabajo de investigación y orientándolo para la mejor realización del mismo.
- c) El trabajo colegiado a través del Consejo Interno de Posgrado y la Comisión Académica Interna de Posgrado, que incluye la evaluación y el análisis de la trayectoria de los estudiantes durante sus estudios y posterior a la obtención del grado.
- d) La posibilidad de obtención del grado en un tiempo menor al máximo establecido en el Plan de Estudios, si el avance de créditos y el desarrollo de la tesis es extraordinario, sin descuidar la calidad de la investigación.

⁹ ECTS: European Credit Transfer System (Sistema Europeo de transferencia de Créditos)

3.7 Evaluación del programa educativo a reestructurar

Tal como lo plantea el RGEP de la UAEM versión 2020 en su artículo 92, el plan de estudios del Doctorado en Ciencias se reestructura cada 5 años como mínimo. La Comisión de Reestructuración la realiza de manera colegiada, en coordinación con la Secretaría Académica, a través de la Dirección de Investigación y Posgrado de la UAEM que brinda asesoría técnico-metodológica antes de proceder a la emisión del dictamen correspondiente para su debido trámite ante el Consejo Universitario.

Evaluación interna y logros alcanzados

La evaluación interna del Doctorado en Ciencias vigente ha sido una de las primeras tareas planteadas en el seno del Consejo Interno de Posgrado, que se conformó para regular y darle un seguimiento cuidadoso a la trayectoria de los estudiantes y a las áreas del programa, entre otros asuntos relacionados a los programas de Posgrado del IICBA. La conformación y atributos de este Consejo están regidos por el RGEP, 2020, Artículos 18 y 26.

El Consejo Interno del Posgrado ha detectado que para cumplir con la flexibilidad que se pretende para el plan de estudios, con las modificaciones que se hicieron en el 2013, es necesario que el estudiantado pueda obtener el grado en un tiempo menor al máximo establecido en el programa.

A continuación, se profundiza en los procedimientos necesarios para lograr dicha flexibilidad:

Punto (a). Desde la reestructuración curricular de 2016 se permite que el estudiantado no tenga restricción en sus avances por periodo y pueda obtener el grado sin tener que cubrir el número máximo de semestres del programa.

Evaluación Externa y Medidas Adoptadas de Mejora para los Programas del Posgrado en Ciencias (Maestría y Doctorado).

El Posgrado en Ciencias fue evaluado en 1997 por el Comité de Ciencias Naturales y Exactas de los CIIES. La evaluación global del programa arrojó la recomendación de crear un plan estratégico que promoviera el desarrollo del posgrado, dándole atención a lo siguiente:

- a. Establecer de manera más clara los objetivos del posgrado en general y de cada una de las áreas del programa de doctorado.



- b. Establecer con mayor claridad el perfil de quienes egresan de este posgrado, en el que se señalen los aspectos disciplinarios, profesionales y el sello característico que desean darles; al mismo tiempo se deberían de:
1. Definir y sistematizar la información significativa para la evaluación de la trayectoria escolar (demanda, ingreso, deserción, reprobación, egreso y obtención de grado), y seguimiento de egresados.
 2. Conservar la adscripción de los profesores de estos posgrados.
 3. Contratar un mayor número de profesores de tiempo completo.
 4. Definir con mayor precisión las líneas prioritarias de investigación asociadas al posgrado.
 - 5 Fortalecer el vínculo docencia-investigación.
 6. Conservar la infraestructura suficiente en la Facultad de Ciencias (ahora IICBA) y otras Unidades Académicas que participan para un buen desempeño del posgrado.

Todas estas recomendaciones se han atendido con las revisiones de los planes de estudio de la maestría y el doctorado en Química en 1998 y 1999, respectivamente; la revisión del plan de estudios de Biofísica en 2000; y la revisión del plan de estudios del Posgrado en Ciencias en 2006, 2013 y 2016. Además, la contratación de varios profesores de tiempo completo (PTCs) ha permitido consolidar la planta docente de los Centros de Investigación que constituyen el IICBA. Para el mes de agosto de 2017, de las/los 63 PTCs que participaban activamente en el Doctorado en Ciencias dirigiendo tesis, formando parte de comités Tutoriales e impartiendo clases; 10 de ellos/ellos se encontraban en el nivel III del SNI y 12 en el nivel II, 31 en el nivel I. En cuanto a las/los 34 de tiempo parcial (PTP's) principalmente de la UNAM, alrededor de 10 se encontraban en el nivel III del SNI, 9 en el nivel II y 9 en el nivel I.

A 2021, estos Centros cuentan con más de setenta Profesoras/Profesores investigadoras/investigadores con el grado de doctor y la mayoría con reconocimiento del SNI.

De los 48 Profesoras/Profesores investigadoras/investigadores de tiempo completo (PITC's) y 5 de tiempo parcial (PTP's) que participan activamente en el Doctorado en Ciencias dirigiendo tesis, formando parte de comités Tutoriales e impartiendo clases; 10 se encuentran en el nivel III del SNI y 11 en el nivel II, 26 en el nivel I.

En cuanto a las/los 20 profesoras/profesores de tiempo parcial externo, principalmente de la UNAM, alrededor de 10 se encuentran en el nivel III del SNI, 2 en el nivel II y 2 en el nivel I.

Los Centros han avanzado en la consolidación de su infraestructura de investigación y ocupan tres edificios, con centro de cómputo, laboratorios de investigación operando con los muebles de laboratorio y con la infraestructura apropiada para investigación, además de laboratorios para docencia en Física, Química y Bioquímica, salones de clases, auditorio que pueden ser utilizados por el estudiantado y oficinas administrativas. En este tenor, la infraestructura analítica combinada del CInC, el CIDC y el CIQ, el cual alberga el Laboratorio Nacional de Estructura de Macromoléculas, los posiciona de manera ventajosa y competitiva para formar posgraduados de alto nivel.

Evaluación externa

El Doctorado en Ciencias ha sido también evaluado por comisiones del Programa de Fortalecimiento Nacional (PFN) del CONACyT, las cuales han emitido las siguientes observaciones más importantes:

- a. Aumentar la matrícula de estudiantes en el DC.
- b. Aumentar la participación del profesorado de la UAEM en la impartición de cursos y dirección de tesis del DC.
- c. Incorporar a los programas del Posgrado en Ciencias a profesores con perfil PRODEP que no han podido incorporarse al programa por razones de pertinencia disciplinar, al no ofrecer el Posgrado en Ciencias las áreas que son afines a sus líneas de generación de conocimiento.

En respuesta a estas evaluaciones, el Posgrado en Ciencias se planteó crear nuevas áreas para resolver los puntos (b) y (c) planteados por las comisiones. Es así, como ya se mencionó en apartados anteriores, que se han incorporado las áreas de Biología Celular y Molecular, Modelación Computacional y Cómputo Científico y Matemáticas.

Con respecto al punto (a), la matrícula de estudiantes creció de manera notable, gracias en buena medida a los recursos para promoción que se han obtenido de PIFOP y PIFI y, a la incorporación del programa al PNPC del CONACyT. En agosto de 2021, el DC tiene inscritos a 119 estudiantes. La incorporación del Posgrado en Ciencias al PNPC en 2008 impulsó significativamente la matrícula y al desarrollo general del programa, aunque este es un aspecto importante en el que debemos continuar trabajando. Otro punto importante en la última evaluación es que debemos mantener o mejorar la eficiencia terminal. Para mejorar este punto, la flexibilidad curricular que se planteó en 2016 ha sido determinante.

En la evaluación de pares académicos del CONACyT realizada en el año 2013, únicamente se mencionan las siguientes observaciones que corresponden a tres secciones:

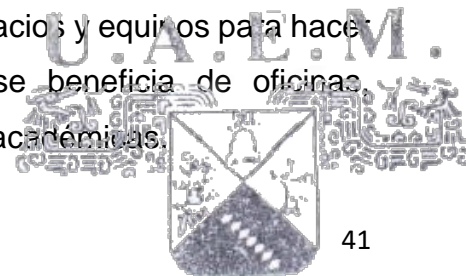
Tabla 1: Observaciones de los pares del CONACyT 2013.

Sección	Criterio	Comentarios	Atención
Estructura del programa Plan de estudios	¿El mapa curricular y los contenidos por asignatura son adecuados para alcanzar los atributos del perfil de egreso?	No se presentan contenidos temáticos por asignatura	El Doctorado en Ciencias con antecedente de maestría consta exclusivamente de un eje de investigación, por lo que no incluye cursos y no existen contenidos temáticos para las actividades de investigación que desarrolla durante el programa. El seguimiento de las actividades del estudiante está a cargo de un comité tutorial que supervisa las actividades, el desempeño y el avance del estudiante desde el momento de su ingreso y hasta la acreditación de su tesis para obtener el grado.
Infraestructura y servicios Tecnologías de información y comunicación	¿La infraestructura de las tecnologías de información y comunicación son adecuadas a las necesidades de desarrollo del programa de posgrado?	Según el reporte no todos los estudiantes tienen acceso a una computadora personal.	Con base en la orientación en investigación del plan de estudios es necesario el uso de laboratorios y otros espacios en los que el estudiante realiza su trabajo de investigación y adquiere habilidades en las distintas áreas de investigación. Los laboratorios cuentan con herramientas y sistemas suficientes para satisfacer la demanda estudiantil. En todos los casos existen computadoras que son utilizadas para el trabajo de investigación del estudiante. Adicionalmente, los estudiantes tienen acceso a servicio de internet y a 40 computadoras y tabletas electrónicas. La biblioteca central tiene capacidad para albergar a 600 usuarios, además de contar con un auditorio para 140 personas, un acervo de más de 35 mil ejemplares físicos de libros de las áreas de Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Ciencias Exactas e Ingeniería y Administrativas. Los Centros de investigación del IICBA cuentan con laboratorios de investigación y espacios de cómputo en los que se desarrolla las actividades de investigación y estudio, y permiten al estudiante obtener

Sección	Criterio	Comentarios	Atención
			experiencia en el manejo de los equipos y aplicación de las técnicas analíticas, teóricas o experimentales, necesarias para su formación.
Cooperación con otros actores de la sociedad Financiamiento	¿Existe evidencia de que el programa cuenta con recursos institucionales para su operación?	Según la información proporcionada los recursos institucionales son limitados.	El DC cuenta con financiamiento por parte del Programa del Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PFCE); Recursos de Ingresos Propios del Posgrado en Ciencias; y una partida de Gasto corriente del IICBA.

La Evaluación Plenaria del DC en la convocatoria PNPC-Renovación 2018 señaló pocas deficiencias y recomendó acciones para corregirlas. El punto más crítico y recurrente a lo largo de la evaluación es el tiempo de titulación, ya que la mayoría del estudiantado se gradúa en tiempos mayores que lo establecido en el programa y la tasa de graduación en tiempo es inferior a lo establecido en el Anexo A. Las recomendaciones en este tema son fomentar un sistema de seguimiento más estricto para asegurar una mayor eficiencia terminal y a nivel institucional generar e implementar estrategias que fomenten la graduación de estudiantes en los plazos establecidos en el programa. En este sentido, se contempla que los coordinadores de área den un seguimiento cercano a las actas de evaluación de las unidades de aprendizaje y del comité tutorial, buscando anticipar problemas que puedan resultar en rezagos o bajas. También plantea contar con una encuesta de satisfacción del programa de tutoría y fortalecer el seguimiento individualizado del estudiantado por parte de la Comisión Académica Interna del Posgrado (CAIP) a través de reuniones mensuales.

Se hizo énfasis en la necesidad de un mayor compromiso institucional también en el tema de infraestructura, para incrementar el apoyo en lo referente a la creación de espacios físicos apropiados para que el estudiantado lleve a cabo sus labores académicas. Sin embargo, se cuenta con una infraestructura adecuada de los Centros del IICBA con los espacios y equipos para hacer investigación científica de primer nivel. El estudiantado del DC se beneficia de oficinas, laboratorios y una biblioteca institucional para realizar sus actividades académicas.



En relación con el tema de vinculación, se recomendó incrementar ésta con el sector productivo mediante la realización de proyectos de investigación que resuelvan problemas sociales inmediatos. De 2018 al 2021 se ha logrado aumentar la vinculación del programa del doctorado con el sector industrial, en parte, gracias a programas como el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología (SICyT), que ha fomentado la inversión en innovación tecnológica a partir de 2014. Con el aumento en el número de proyectos vinculados a sectores productivos, el estudiantado tendrá mayores oportunidades de trabajar con desarrollo tecnológico en industrias, particularmente en la industria química, agroquímica y farmacéutica local, lo que favorecerá su inserción en este sector. Algunos de los Cuerpos Académicos y grupos de investigación del IICBA trabajan activamente con el sector industrial, por lo que se pretende que al menos un 30% de quienes egresan y que hayan participado en proyectos vinculados se puedan insertar en este sector.

Finalmente se recomendó detallar con más precisión la manera de conseguir las metas planeadas en cada rubro del plan de mejora para contribuir a su logro. Esta recomendación será atendida en la elaboración del próximo plan de mejora del DC.

4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

El Doctorado en Ciencias de la UAEM es un programa de carácter e intermultidisciplinario único a nivel nacional, ya que reúne a un grupo de profesoras/profesores investigadoras/investigadores pertenecientes a 5 disciplinas mayores de la ciencia (Biología, Química, Física, Modelación Computacional y Cómputo Científico, Matemáticas) con el objetivo de formar jóvenes investigadoras/investigadores de excelencia. Este carácter multidisciplinario promueve diversas interacciones académicas entre el profesorado y el estudiantado de las diferentes áreas, y así fomenta la formación interdisciplinaria de estudiantes.

La modalidad en la que se cursa el doctorado es de forma presencial. La defensa de tesis ante un jurado de examen es obligatoria. El doctorado se cursa en un máximo de 8 semestres y consta de 1 eje formativo descrito en las siguientes secciones.

El plan de estudios permite que el estudiantado no tenga restricción en sus avances por periodo y puedan obtener el grado sin tener que cubrir el número máximo de semestres del programa. Las actividades académicas son actividades formativas que contribuyen a proporcionar al estudiantado la experiencia en actividades adicionales a la investigación, y que formarán parte de sus responsabilidades profesionales una vez que se incorporen a las actividades de investigación y docencia. Las actividades académicas las definirá el estudiantado junto con su directora/director de tesis y su Comité Tutorial quien las avala. Estas son, entre otras, las siguientes:

- a) Escribir un artículo de revisión, divulgación o difusión,
- b) Participar en la organización de un evento científico,
- c) Presentar como autor principal sus resultados en un congreso nacional o internacional,
- d) Realizar una estancia de investigación,
- e) Participar como asistente de actividades de docencia de PITCs, como diplomados, impartición de tópicos, preparación de grupos para olimpiadas, impartición de cursos sabatinos, impartición de cursos propedéuticos.

Se cuenta con un Manual de Procedimientos en donde se especifica de manera más puntual la mecánica para avalar estas actividades.

5. OBJETIVOS CURRICULARES

5.1 Objetivo general

Formar doctoras/doctores, con conocimientos avanzados en aspectos teóricos y aplicados de ciencias exactas, con habilidades de alto nivel en análisis, pensamiento crítico y ética; desarrollando un proyecto de investigación original independiente y novedoso, que culminará en la defensa de su tesis, bajo asesoría individual de una planta académica de excelencia, constituida por profesores investigadores de la UAEM y de otras instituciones prestigiosas nacionales y/o internacionales; para integrarse al sector académico o industrial de investigación e innovación, siendo más competitivos y reconocidos en su área de especialidad, o también para desempeñarse como docentes del más alto nivel.

5.1.1 Objetivos específicos

Formar doctoras/doctores en Ciencias con una preparación académica sólida, resultado de su trabajo de investigación y sus actividades académicas capaces de:

- a) Adquirir conocimientos avanzados en aspectos teóricos y aplicados de ciencias exactas, a través de seminarios de trabajo con sus directores de tesis, para proponer soluciones a problemas del área.
- b) Formar recursos humanos con un alto nivel de análisis y pensamiento crítico, a través de un trabajo de investigación riguroso como estrategia formativa, que les permitirá apoyar el desarrollo de estudios y proyectos de investigación, tanto de corte académico como del sector industrial o de servicios.
- c) Generar la apropiación de principios éticos profesionales, por medio de una formación integral con enfoque humanista, que le permita a quien egresa abordar problemas en campos relacionados con la química, la física, la biología y las matemáticas de manera responsable con el medio ambiente, con compromiso social y ética profesional.
- d) Desarrollar una sólida formación académica, mediante el desarrollo de un proyecto de investigación original, que le permita acceder y desenvolverse exitosamente en el sector académico, industrial o de servicios, o bien, desempeñarse como docentes del más alto nivel.

5.2 Metas

1. Lograr el 40% en movilidad estudiantil con otros centros de investigación de instituciones de educación superior nacionales e internacionales.
2. Lograr el 40% de los vínculos con los sectores industriales, productivos y educativos para impactar en el desarrollo socioeconómico del Estado y del país.
3. Mantener al menos el 60% en los índices de eficiencia terminal y de tasa de graduación en el estudiantado del programa por cohorte generacional.
4. Contar con participación mínima del 60% de las y los estudiantes en al menos 1 congreso o evento académico internacional o nacional durante su permanencia en el programa.

6. PERFIL DEL ESTUDIANTE

6.1 Perfil de ingreso

El carácter multi e interdisciplinario del Doctorado en Ciencias es una condición que favorece la incorporación de estudiantes de maestrías afines en las siguientes áreas: Física, Química, Biología, Bioquímica, Biomédica, Matemáticas Puras y Aplicadas, Computación, Ingenierías incluyendo Ingeniería de Materiales, y de Sistemas, y aún otras áreas que se cultivan tanto en la UAEM como en otras IES de la región, del resto del país y de otros países. Quien se interese en ingresar al Doctorado en Ciencias tiene que mostrar capacidad de razonamiento crítico, conocimiento amplio de su formación académica antecedente y habilidad en el manejo de dicha información. Los mecanismos de selección de estudiantes son los previstos en el apartado 12.1 Requisitos de ingreso; dada la gran diversidad de orígenes disciplinarios de los posibles candidatos, se han conformado Comisiones de Admisión *ad hoc* a su área. Estas comisiones evalúan tanto el conjunto de conocimientos del área del candidato, como los conocimientos básicos y el perfil psicométrico. Específicamente se espera que al ingresar al Doctorado en Ciencias cumpla con:

Conocimientos:

- Contar con conocimientos amplios correspondiente a su formación académica antecedente y habilidad en el manejo de dicha información del área de su interés (Física, Química, Biología Celular y Molecular, Matemáticas, Modelación Computacional y Cómputo Científico).
- Tener mínimo nivel de inglés B1 o equivalente, para leer y comprender textos científicos en idioma inglés.

Habilidades

- Haber mostrado anteriormente habilidades para el trabajo científico en estudios de maestría
- Tener la capacidad para ordenar ideas, redactar, buscar información relacionada con los objetivos y justificación de un proyecto de investigación a realizar en la LGAC que sustenta el programa.

Actitudes

- Compromiso, motivación y responsabilidad.
- Capacidad de análisis y manejo de información científica.

- Pensamiento crítico y argumentación con bases científicas.

Valores

- Compromiso con la preservación del medio ambiente.
- Compromiso con su medio sociocultural.
- Valoración y respeto por la diversidad y la multiculturalidad.
- Compromiso con la calidad.
- Compromiso ético.

6.2 Perfil de egreso

El perfil de quienes egresan se caracteriza por la formación de doctoras/doctores aptas/aptos para innovar, analizar, adaptar e incorporar a la práctica y a transmitir los conocimientos de la investigación científica en cada una de las áreas del programa, mediante el amplio conocimiento del área de estudios correspondiente.

Al finalizar sus estudios, quienes egresan:

- a. Habrán adquirido un conocimiento sólido y actualizado en el área en la que se prepararon en el Doctorado en Ciencias, así como en otras áreas interdisciplinarias.
- b. Tendrán la capacidad para identificar y analizar problemas relevantes en su área de formación y definir las estrategias pertinentes para plantear soluciones.
- c. Estarán capacitadas/capacitados para realizar labores de investigación, docencia y divulgación de manera independiente.
- d. Tendrán la capacidad de formular proyectos originales de investigación de forma independiente.
- e. Podrán incidir en la formación de recursos humanos, así como en la creación y dirección de grupos de investigación.

6.2.1 Competencias genéricas

Las competencias genéricas son retomadas del Modelo Universitario aprobado por Consejo Universitario el 28 de septiembre en el 2010 y solo se integran las que se desarrollarán y reforzarán en el posgrado como parte del perfil de egreso. Las competencias genéricas se dividen en cuatro subcategorías.



1) Generación y aplicación del conocimiento

Capacidad para la investigación

Habilidades de búsqueda, procesamiento y análisis de información

Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma

Capacidad para el pensamiento crítico y reflexivo

Capacidad de crítica y autocrítica

Capacidad de abstracción, análisis y síntesis

Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente

Capacidad para comunicarse en un segundo idioma

Capacidad creativa

Capacidad de comunicación oral y escrita

Habilidades para el uso de la tecnología de la información y de la comunicación aplicadas a la investigación.

2) Aplicables en contexto

Habilidad para el trabajo de forma colaborativa

Habilidad para trabajar de forma autónoma

Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica

Capacidad para formular y gestionar proyectos

Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas

Capacidad para motivar y conducir hacia metas comunes

Capacidad para tomar decisiones

Capacidad para actuar en nuevas decisiones

Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión

3) Sociales

Capacidad de expresión y comunicación

Participación con responsabilidad social

Capacidad para organizar y planificar el tiempo

Capacidad de trabajo en equipo

Habilidades interpersonales

Habilidades para trabajar en contextos culturales diversos

4) Éticas

Autodeterminación y cuidado de sí

Compromiso ciudadano

Compromiso con la preservación del medio ambiente

Compromiso con su medio sociocultural

Valoración y respeto por la diversidad y la multiculturalidad

Compromiso con la calidad

Compromiso ético

6.2.2 Competencias específicas

- Generar conocimiento sólido y actualizado para la producción de textos científicos a través de la escritura de artículos que se difunden en revistas de circulación internacional.
- Diseñar nuevas moléculas con una actividad biológica o aplicación industrial específicas aplicando conocimientos sobre la estructura y reactividad molecular apoyándose en modelos de relación estructura-actividad y software especializado.
- Proponer la ruta de síntesis para la obtención de una molécula de interés en campos como el farmacéutico, la industria alimentaria, colorantes, plaguicidas a través de una serie de pasos lógicos sencillos y anteponiendo condiciones amigables con el medio ambiente aplicando correctamente el análisis retrosintético.
- Realizar la caracterización y medición de las propiedades físico químicas de diversos compuestos para resolver problemas relacionados con la composición y naturaleza de la química

de la materia aplicando diversas técnicas espectroscópicas de análisis cuantitativo y cualitativo operando equipo utilizado en el campo industrial.

- Plantear y analizar problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, para encontrar soluciones e interpretarlas en sus contextos originales con eficiencia, funcionalidad y creatividad, utilizando métodos avanzados analíticos, experimentales o numéricos.
- Razonar y aplicar los conocimientos en el área de mecánica cuántica para la solución de problemas asociados a la física atómica y/o molecular y/o estado sólido y nanotecnología utilizando métodos teóricos y computacionales.
- Utilizar y argumentar los conocimientos para la solución de problemas asociados a sistemas complejos aplicando la metodología de la física estadística con el uso de ecuaciones, cálculos numéricos o análisis de las propiedades de series de tiempo y de los datos obtenidos durante el estudio del fenómeno correspondiente.
- Formular problemas matemáticos con el fin de facilitar su análisis y solución mediante la utilización de técnicas y herramientas usadas en soluciones similares con el apoyo de teorías propias del área concernientes a los problemas.
- Identificar el potencial de diversas metodologías para enfrentar problemas nacionales e internacionales de salud, agrícolas y medioambiente a través de la comprensión de conceptos básicos con el apoyo de bibliografía especializada y la experiencia adquirida durante el desarrollo de un proyecto.
- Implementar algoritmos de la química computacional para determinar las propiedades de sistemas moleculares empleando metodologías específicas de programación con equipo de cómputo avanzado.
- Implementar técnicas diversas de computación para resolver problemas en diferentes áreas de la ciencia empleando metodologías como redes neuronales, cálculos Monte Carlo, minería de datos, diversas técnicas de análisis de datos, procesamiento de imágenes machine learning por mencionar algunos con equipo de cómputo avanzado.

- Realizar búsquedas bibliográficas para la generación de ideas, comprobación del estado actual de los conocimientos sobre un tema de interés y/o contextualización un problema a investigar en un marco teórico actualizado mediante la utilización de literatura actualizada sobre un tema de interés y adoptando una lectura crítica que permita la discriminación entre aquellas publicaciones que resultan válidas para la toma de decisión.
- Analizar las teorías para la generación de conocimiento mediante proyectos de investigación con la aplicación del método científico con criterios éticos.
- Generar conocimiento para atender necesidades de la sociedad en áreas como salud, energía, agricultura y medio ambiente, obteniendo resultados precisos y reproducibles a través de la aplicación del método científico.
- Difundir hallazgos, nuevos resultados e innovaciones para ampliar las fronteras del conocimiento científico redactando informes de progreso mediante la participación como conferencista, en eventos académicos.
- Divulgar conocimiento científico para generar diálogo entre ciencia y sociedad, definir opciones de la sociedad elaborando presentaciones y redactando notas o artículos de divulgación por medio de la participación como ponente en eventos dispuestos para este fin.
- Colaborar con grupos de investigación para resolver un problema en conjunto en las áreas de salud, energía, agricultura y medio ambiente, desde perspectivas inter y multidisciplinarias a través de la comunicación e intercambio de ideas y planteamientos entre elementos internos y externos al grupo de investigación.

7. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

La estructura organizativa del programa del Doctorado en Ciencias, integra los siguientes componentes: flexibilidad curricular, un eje de investigación, tutorías, así como líneas de generación y aplicación del conocimiento.

El plan de estudios del Doctorado en Ciencias es un programa con las áreas de: Biología Celular y Molecular, Física, Matemáticas, Modelación Computacional y Cómputo Científico, y Química. Su finalidad es formar investigadores de alto nivel. El cierre eventual de alguna de las áreas, así como la apertura de nuevas áreas está regulado por el Consejo Interno de Posgrado. En esta reestructuración curricular se desea fortalecer la formación de doctores con un perfil inter- y multidisciplinario, y pretende que los que egresan sean competitivos a nivel internacional con respecto a estudiantes de otras universidades. Por esta razón, desde el primer semestre el plan de estudios es flexible para atender los aspectos particulares del proyecto de investigación del estudiantado, promoviendo así un carácter inter- y multidisciplinario. Siendo el Doctorado en Ciencias un programa orientado hacia la investigación, todas sus actividades están encaminadas al desarrollo del proyecto de investigación. Las actividades del programa, tanto curriculares como los requisitos de egreso son seguidas y sugeridas por Comités Tutoriales *ad hoc* para cada estudiante del programa, lo que garantiza la atención a las diferencias individuales entre el estudiantado. Dichos comités están formados por la/el directora/director de tesis y de cuatro a seis académicas/académicos más, cuya misión es velar por el adecuado desempeño del estudiantado dentro del programa.

Las características del plan de estudios son las siguientes:

- a. La Comisión de Admisión tiene la prerrogativa de recomendar el ingreso al programa de cada aspirante con base en la evaluación individual de las características e intereses de cada uno.
- b. Se plantea la Investigación como la actividad que le permitirá al estudiantado obtener resultados originales para la elaboración de la tesis y la obtención del grado de doctor. Esta actividad está organizada en un eje que detalla el nivel alcanzado en cada etapa, sin estar restringida a un número de semestres predeterminado; será responsabilidad del Comité Tutorial calificar los avances.

- c. Como requisito adicional de egreso el estudiantado debe cumplir con dos actividades académicas que no tienen créditos y que son evaluadas por el Comité Tutorial.
- d. Al haber logrado los avances que permitan culminar la tesis de grado, el estudiantado deberá realizar los trámites administrativos y académicos correspondientes, que culminarán en la presentación y defensa de la tesis en un examen de grado.

7.1 Flexibilidad curricular

a) Oferta educativa diversificada

Este plan de estudios está proyectado para fomentar desde el primer semestre la flexibilidad necesaria para atender los aspectos particulares del proyecto de investigación del estudiantado. Siendo el Doctorado en Ciencias un programa orientado hacia la investigación, es esta la actividad primordial. Al estudiantado se le da la posibilidad de realizar estancias de investigación en instituciones externas en el caso que se requieran y sean pertinentes para que pueda complementar su formación.

b) Reformulación de la estructura curricular

El Doctorado en Ciencias consta exclusivamente de un Eje de Investigación y 100 créditos. Todas las actividades del programa, tanto las curriculares como las actividades para cubrir los requisitos de egreso son seguidas y sugeridas por Comités Tutoriales *ad hoc* para cada estudiante del programa, lo que garantiza que durante toda su estadía, el estudiantado se encuentre bajo la interacción con sus directores de tesis y comités tutoriales, de tal forma que es guiado para primeramente adquirir los conocimientos requeridos, posteriormente aplicarlos y en el proceso generar nuevos conocimientos en alguna de las áreas: Física, Química, Biología Celular y Molecular, Modelación Computacional y Cómputo Científico (MCCC) y Matemáticas. Se busca que de forma paulatina las investigaciones cubran los requisitos mínimos para que se pueda presentar el examen de grado.

c) Itinerarios de formación

Durante el Doctorado en Ciencias la principal actividad es la investigación y no es obligatoria ninguna unidad de aprendizaje. Sin embargo, si el estudiantado requiere realizar el aprendizaje sobre alguna técnica o metodología específica que complemente y fortalezca sus competencias tiene también la posibilidad de realizar estancias de investigación en instituciones nacionales o inclusive internacionales.

d) Temporalidad

El plan de estudios contempla 8 semestres con la posibilidad de completar el mínimo de créditos anticipadamente.

El programa no está restringido a un número de semestres predeterminado. El estudiante tiene la posibilidad de obtener el grado en un tiempo menor al máximo establecido en el programa, si el avance en el desarrollo de su trabajo de investigación y tesis es extraordinario. Por tal motivo, es posible calificar dos avances de proyecto del eje de investigación durante un mismo periodo (semestre) que puede ser antes de la fecha que indique el calendario institucional. Es decir, depende de la trayectoria académica de cada estudiante

e) Multimodalidad

El estudiantado realiza búsquedas en la red, en bibliotecas digitales, atiende conferencias, realiza lecturas de material académico especializado. Hace uso de herramientas tecnológicas para complementar sus actividades de investigación. La administración del Doctorado en Ciencias difunde continuamente seminarios que se ofertan en diferentes unidades académicas dentro y fuera de la UAEM

f) Movilidad

El estudiantado acude a congresos en los cuales expone temas o carteles relacionados con su investigación.

De acuerdo a sus intereses y bajo la anuencia del comité tutorial puede realizar estancias académicas fuera de la institución. El estudiantado puede realizar estancias de investigación en otras universidades del país o del extranjero.

g) Autonomía y autorregulación en la formación

La flexibilidad curricular del programa permite que el estudiantado pueda diseñar su trayectoria académica con el apoyo de la directora o el director de tesis y el comité tutorial; que buscará apoyar al estudiantado a tomar decisiones autónomas y de autorregulación en cuanto a actividades académicas que fortalezcan su formación.

h) Vinculación con los sectores sociales

Durante estancias cortas el estudiantado puede participar en talleres y congresos mediante presentaciones tanto orales como a través de carteles.

Las estancias de investigación que puede llevar a cabo el estudiantado no se restringen sólo al ámbito académico, nuevamente dependiendo de su interés, éstas pueden llevarse a cabo en instituciones inmersas en el ámbito productivo o social.

7.2 Ciclos de formación

En el plan de estudios del DC no están definidos ciclos de formación. Se conforma por el eje de investigación, el cual comprende 8 etapas de avance de la investigación que permite que el estudiantado reciba los elementos teóricos y metodológicos que lo formarán como investigadora/investigador, desarrollando sus habilidades científicas y su potencial para el planteamiento, análisis y resolución de los problemas inherentes a su proyecto de tesis con un estricto rigor científico. Los temas abordados tendrán una orientación de acuerdo a las necesidades de cada estudiante, siendo parte fundamental la aplicación del diseño experimental y el análisis crítico, además de la revisión bibliográfica. Tendrá como finalidad dotar al estudiantado de las herramientas requeridas para el desarrollo de su trabajo de investigación, de tal forma que pueda obtener resultados tangibles y reproducibles que le permitan comprobar o descartar y argumentar las hipótesis planteadas para generar conocimiento novedoso y finalmente obtener el grado de doctor.

CICLOS DE FORMACIÓN EN EL EJEMPLO LA TRAYECTORIA ACADÉMICA DE UN ESTUDIANTE								
CICLOS	BÁSICO		ESPECIALIZADO					
Eje	1 Semestre	2 Semestre	3 Semestre	4 Semestre	5 Semestre	6 Semestre	7 Semestre	8 Semestre
Investigación	Investigación (Protocolo)	Investigación (Desarrollo Metodológico)	Investigación (Resultados Preliminares)	Investigación (Consolidación de Proyecto)	Investigación (Análisis de resultados)	Investigación (Resultados Finales)	Investigación (Preparación de Manuscrito)	Investigación (Acreditación de Proyecto de Investigación)
	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares
	Examen de candidatura		**Envío y aceptación de artículo					

7.3 Ejes generales de la formación

Como se ha descrito en este documento, en el programa del Doctorado en Ciencias se plantea la investigación como único eje y como la actividad que le permitirá al estudiantado obtener resultados originales que contribuirán a la generación de conocimiento. En el avance en las investigaciones establecidas en el mapa curricular se detalla el nivel alcanzado, permitiendo al estudiantado llegar a la elaboración de la tesis y la obtención del grado.

El programa no está restringido a un número de semestres predeterminado. El estudiantado tiene

la posibilidad de obtener el grado en un tiempo menor al máximo establecido en el programa, si el avance en el desarrollo de su trabajo de investigación y tesis es extraordinario, es decir, depende de la trayectoria académica de cada estudiante.

7.4 Tutorías

El sistema está basado en la tutoría de cada estudiante del programa de manera individualizada con el director de tesis y colegiada a través del comité tutorial. Dicho comité está integrado por un grupo de cinco a siete profesores del DC, uno de los cuales fungirá como la/el directora/director de tesis, y en algunos casos con el aval del Consejo Interno de Posgrado, un integrante del comité tutorial podría fungir como codirectora/codirector de tesis. Dicho comité podrá integrarse hasta con un máximo de 40% de académicas/académicos provenientes de otras instituciones. Si la directora o el director de tesis proviene de instituciones diferentes a la UAEM, en ausencia de codirección interna, se asignará a un integrante del NA como tutora/tutor de seguimiento.

El comité tutorial acompaña al estudiantado durante toda su trayectoria en el doctorado supervisando las actividades, el desempeño y el avance en la investigación, desde el momento de su ingreso y hasta la defensa de su tesis ante un jurado para obtener el grado, encausándola/encausándolo hacia su profesionalización y hacia la generación y aplicación del conocimiento. El propósito de esta supervisión es fomentar la fluidez y calidad del desarrollo académico del estudiantado, así como enriquecerlo con puntos de vista adicionales a los de su directora/director de tesis. Entre sus funciones principales, se encuentran las siguientes:

- Verificar que el estudiantado cumpla con los requisitos de permanencia ordinarios y extraordinarios.
- Evaluar el desempeño general del estudiantado y registrar su dictamen en el acta correspondiente.
- Planear las actividades a realizar por el estudiantado y verificar su cumplimiento.
- Avalar las solicitudes del estudiantado a la Comisión Académica Interna de Posgrado.
- Avalar las actividades académicas que no tienen créditos y son requisitos de permanencia y egreso.
- Recomendar el inicio de la escritura de la tesis de doctorado y supervisar su avance y culminación.



7.5 Líneas de Generación y/o Aplicación del Conocimiento (LGAC) desarrolladas en el Doctorado en Ciencias.

Justificación

La definición de las LGAC del Doctorado en Ciencias refleja de mejor manera el carácter multidisciplinar del trabajo de investigación que se realiza en el IICBA. Estas líneas se conciben en función de la interacción real que se establece en el trabajo de investigación de la planta académica y busca fomentar el trabajo conjunto de investigadores/as que participan en las distintas LGAC. Como consecuencia de esta interacción, la formación de los/as estudiantes del DC también adquiere un carácter multidisciplinar.

Por la diversidad de disciplinas que conforman el programa se acordó sintetizar las grandes temáticas que se trabajan sistemáticamente en el Doctorado en Ciencias en las siguientes Líneas de Generación y Aplicación del conocimiento (LGAC): Física; Química; Biología Celular y Molecular; Modelación Computacional y Cómputo Científico (MCCC); Matemáticas. Aunque estas LGAC describen el trabajo de investigación del programa, correspondían a áreas del conocimiento y no describían adecuadamente el carácter multidisciplinario del Doctorado en Ciencias.

En 2018 se realizó una redefinición de las LGAC aumentando a 10 y así tener flexibilidad en la estructura disciplinar. Dado que un aspecto singular del DC es su carácter multidisciplinario el cual está organizado en 5 áreas disciplinares de especialización: Biología Celular y Molecular, Física, Modelación Computacional y Cómputo Científico, Matemáticas y Química. La redefinición de las LGACs fue realizada para mostrar la coherencia entre las cinco áreas del conocimiento y la investigación realizada por las/los PITC del NA del programa quedando definidas 10: a) Diseño de Materiales y Nanoquímica; b) Diseño Molecular y Química Médica; c) Química Analítica e Instrumentación; d) Sistemas Cuánticos y Química Computacional; e) Física Estadística y Sistemas Complejos; f) Computación Avanzada e Inteligencia Artificial; g) Estructura y función de macromoléculas; h) Dinámica Celular; i) Matemáticas Puras; j) Matemáticas Aplicadas.

En la reestructuración curricular del 2022, se redefinen las LGAC del DC, quedando establecidas 9 y se describe a continuación:

Nanoquímica y Materiales: Diseño y Propiedades

Se enfoca en el estudio y diseño de nuevos materiales, polímeros, máquinas moleculares y nanoestructuras con propiedades ópticas, mecánicas, magnéticas y catalíticas, que engloban áreas de la química orgánica, química inorgánica, organometálica, química supramolecular y química medicinal, con el objetivo de diseñar materiales de interés, tanto en la investigación básica como en el contexto social.

Diseño Molecular en Química Sintética y Medicinal

Se investiga el diseño, síntesis y estudio de propiedades de nuevas moléculas con utilidad sintética o potencial actividad biológica. La línea engloba áreas como química orgánica, química inorgánica, química organometálica, química bioinorgánica, catálisis, productos naturales, bioquímica y farmacología. El desarrollo está enfocado principalmente en la obtención de compuestos relevantes desde el punto de vista sintético y farmacológico.

Química Analítica e Instrumentación

Contempla la interacción de las diversas técnicas espectroscópicas de análisis cualitativo y cuantitativo utilizadas para la caracterización y medición de las propiedades fisicoquímicas de diversos compuestos. Es un enfoque analítico en el cual se desarrollan habilidades en el manejo de equipo en el campo industrial.

Sistemas Cuánticos y Química Computacional

Investigación de propiedades cuánticas de átomos, moléculas y sistemas nanoscópicos, mediante el uso de técnicas experimentales y esquemas teóricos de modelación y simulación basados en métodos de primeros principios y otros formalismos. Se estudian propiedades electrónicas, mecánicas, ópticas, magnéticas y de transporte, entre otras, de los objetos mencionados.

Física Estadística y Sistemas Complejos

Aplicación de los métodos de la física estadística para estudiar un amplio conjunto de problemas teóricos y experimentales que provienen de áreas como física, química, biología, ciencias sociales, económicas y cognitivas. La investigación se extiende a aspectos puros de la física y matemática de sistemas complejos, así como a la aplicación de los métodos propios de esta área para el estudio de los problemas arriba mencionados.

Computación Avanzada e Inteligencia Artificial

Se estudian problemas que provienen de una amplia gama de diferentes áreas que unen disciplinas más tradicionales de Computación como Ciencias Computacionales, Inteligencia



Artificial, Lingüística o Algorítmica y preguntas derivadas de áreas como Química, Biología, Física y Ciencias Cognitivas. Para ello se usan metodologías como redes neuronales, cálculos Monte Carlo, minería de datos, diversas técnicas de análisis de datos uni-, bi-, y multi-variantes, procesamiento de imágenes, por mencionar algunos. De esta manera, esta LGAC invita explícitamente a investigadores/as y a los/as estudiantes de diferentes campos para trabajar en colaboraciones multi e interdisciplinarias.

Estructura y Función de Macromoléculas

Se estudia la estructura dinámica y funcional de macromoléculas biológicas con el fin de comprender los fenómenos asociados a su plegamiento e interacciones. Se emplean técnicas experimentales y métodos computacionales bioinformáticos y bioestadísticos para estudiar la estructura y evolución de macromoléculas.

Dinámica Celular

Se estudian los mecanismos moleculares, bioquímicos, metabólicos y fisiológicos que regulan la dinámica de las células procariontes y eucariontes. Así como las relaciones intra e intercelulares de los organismos y las interacciones de las células con su entorno. Se integran datos experimentales y numéricos de biología molecular y celular con datos masivos genómicos, transcriptómicos y proteómicos en modelos de redes.

Matemáticas Puras y Aplicadas

En esta LGAC se desarrollan modelos matemáticos para proponer soluciones a problemas dentro de las mismas matemáticas, mediante una comprensión profunda en áreas fundamentales como Álgebra, Geometría, Análisis, Sistemas Dinámicos Holomorfos y Topología Algebraica, entre otras. Además, el Posgrado en Ciencias de la UAEM es de un claro carácter multidisciplinario, en el que se realiza investigación en las áreas de Química, Física, Ciencias de la Computación y Bioquímica, entre otras, por lo que también en esta LGAC se analizan datos empíricos y se desarrollan modelos matemáticos para proponer soluciones a problemas de las ciencias naturales, la industria y la sociedad en general, mediante la comprensión en áreas como Probabilidad, Estadística, y Modelación Matemática entre otras.

Interacciones entre LGAC:

El profesorado del NA está adscrito a uno de los 3 centros de la UAEM sede del programa (CIDC, CIQ, CInC) según su pertenencia a una de las siguientes cinco áreas de la Agencia: Biología Celular y Molecular/CIDC, Química/CIQ, Física/CInC, Modelación Computacional y Cómputo

Científico/CIQ y CInC, Matemáticas/CInC. Cada una de las 9 LGAC del programa son asociadas a alguna de estas 5 áreas de la siguiente manera:

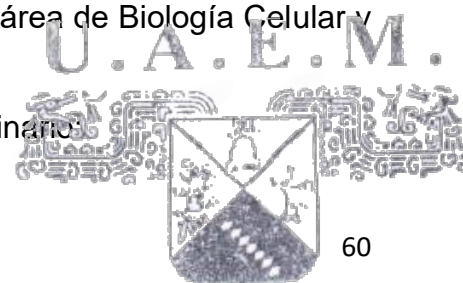
Cuadro 1 Cuadro de interacciones de las LGAC en las 5 áreas

CENTRO	ÁREA	LGAC
CIDC	Biología Celular y Molecular	Estructura y función de macromoléculas (EFM)
		Dinámica Celular (DC)
CIQ	Química	Nanoquímica y Materiales: Diseño y Propiedades (NMDP)
		Diseño Molecular en Química Sintética y Medicinal (DMQSM)
		Química Analítica e Instrumentación
CInC	Física	Física Estadística y Sistemas Complejos
CIQ/CInC	Modelación Computacional y Cálculo Científico	Computación Avanzada e Inteligencia Artificial (CAIA)
		Sistemas Cuánticos y Química Computacional (SCQC)
CInC	Matemáticas	Matemáticas Puras y Aplicadas (MPA)

Cada área está representada en la CAIP del Posgrado en Ciencias a través de las/los Coordinadores de Área, quienes representan al profesorado y estudiantado integrantes de las LGAC vinculadas a su área.

El diseño de cada LGAC está pensado para permitir las interacciones y colaboraciones transversales del profesorado asociado. A modo de ejemplo, la LGAC “Nanoquímica y Materiales: Diseño y Propiedades” del área de química, considera el diseño de nuevos materiales y el estudio de sus propiedades. Aquí se fomentan colaboraciones transversales con investigadores/as de las LGAC “Computación Avanzada e Inteligencia Artificial” y/o “Sistemas Cuánticos y Química Computacional” del área de MCCC para la modelación y simulación de los materiales y la predicción de sus propiedades. Adicionalmente, la LGAC considera el estudio de las propiedades de los materiales en química medicinal, lo cual abre la participación de investigadores/as asociados/as a la LGAC “Estructura y función de macromoléculas” del área de Biología Celular y Molecular, entre otras.

Las diferentes LGAC interactúan entre ellas en un contexto multidisciplinario.



La cercanía de los 3 centros facilita las interacciones académicas entre profesores/as y estudiantado de todas las LGAC. Es importante notar que estos mismos centros colaboran también en los programas de licenciatura del IICBA de la UAEM, y en el programa de Maestría en Ciencias, que es la principal fuente de candidatos para el programa de Doctorado en Ciencias. Así la mayoría del profesorado y del estudiantado ya interactuaron durante los estudios de licenciatura o maestría.

Un mismo integrante del NA puede pertenecer a dos LGAC diferentes, siempre y cuando su especialidad y productividad lo justifique, y pueda dirigir o codirigir un trabajo de tesis original y de calidad en cualquiera de estas. Naturalmente, el profesorado interviene principalmente en la formación del estudiantado de su propia área y LGAC, en las cuales son especialistas, sin embargo, pueden participar sin restricción en comités tutoriales de cualquier otra área o LGAC del programa, por solicitud del estudiantado interesado/a con visto bueno de su director/a de tesis, o por recomendación de la CAIP. De esta manera el profesorado puede apoyar, supervisar, orientar, y evaluar al estudiantado asociado a cualquier LGAC en el desarrollo de su tesis.

Cada centro sede y área del programa ofrece ciclos de seminarios semanales con invitados/as nacionales y del extranjero, en los cuales asiste el estudiantado y el profesorado asociado a cualquier área o LGAC del programa. El estudiantado tiene obligación de asistir a un mínimo de 12 seminarios por semestre, sin distinción de área, y de hecho se recomienda que diversifiquen y amplíen su panorama de conocimientos a través de estas reuniones académicas.

Las interacciones entre las LGAC ocurren también en un contexto interdisciplinario:

El programa contempla la codirección de tesis, en cuyo caso se recomienda que los codirectores/as sean de especialidades diferentes. En este contexto, varios de estudiantes tuvieron oportunidad de desarrollar un proyecto de investigación y la tesis correspondiente abordando problemas complejos con un enfoque multidisciplinario bajo la codirección del profesorado perteneciente a diferentes LGAC.

La interacción entre LGAC se observa también en los productos científicos generados por colaboraciones interdisciplinarias. Por ejemplo, la publicación de varios artículos científicos con el estudiantado como primer autor y la coautoría del profesorado asociado a diferentes LGAC. También los trabajos presentados por el estudiantado en congresos nacionales e internacionales muestran colaboraciones entre disciplinas transversales.

7.6 Vinculación

La vinculación es una de las tres tareas esenciales del Doctorado en Ciencias, junto con la docencia y la investigación. Existe una fuerte vinculación académica entre el programa y otras instituciones nacionales y del extranjero, para colaborar en proyectos transdisciplinarios de relevancia nacional o internacional, con la voluntad de conjugar visiones, métodos, teoría y tecnología, a través de estancias académicas o de movilidad estudiantil.

Se han establecido diversos convenios y colaboraciones con centros, institutos y universidades, tanto en el país como en el extranjero. Estos generan espacios de acceso universal, en particular al conocimiento de la riqueza biocultural, la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad de los ecosistemas extremos en México, a través de la integración con la cultura y las artes. Esto ha permitido involucrar al estudiantado con necesidades de distintos sectores, así como apoyar la movilidad de académicas/académicos y del estudiantado con profesorado invitado, eventos académicos y estancias estudiantiles.

Investigadoras/Investigadores del Núcleo Académico dirigen o codirigen tesis de doctorado en el marco de proyectos de Ciencia Básica y de Ciencia de Frontera en colaboración con investigadoras/investigadores de otras universidades nacionales, o del extranjero.

Productos académicos resultado de los trabajos de tesis dirigidos en el programa de Doctorado en Ciencias, demuestran la colaboración activa de investigadoras/investigadores del núcleo académico con investigadoras/investigadores de otras instituciones nacionales y/o del extranjero. Los 3 centros sede del programa son regularmente receptores de investigadores en el marco de estancias sabáticas o estancias posdoctorales, quienes apoyan al programa de Doctorado en Ciencias a través de la impartición de cursos, conferencias y del acompañamiento académico teórico-práctico del estudiantado. Así mismo el núcleo académico también realiza estancias sabáticas o de investigación y participa en redes de investigación para desarrollar y ampliar su trayectoria académica. Estas estancias fomentan la superación académica del profesorado y del estudiantado en un proceso continuo y dinámico de aprendizaje, fortalecen los vínculos con otras instituciones y ayudan a consolidar los grupos de investigación y los cuerpos académicos que participan en el programa de Doctorado en Ciencias.

Ejemplos de instituciones con las cuales se establece una fuerte vinculación son: las Universidades de Zaragoza y del País Vasco en España, University of California en Estados Unidos de América, Universidad de Hamburgo en Alemania, Universidad de La Habana y

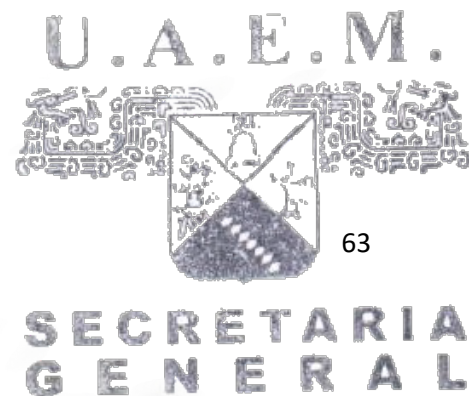


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS



Universidad Central en Cuba, l' Université Paul Sabatier y el LCC (Laboratoire de Chimie de Coordination) de Toulouse Francia. Como ejemplos de instituciones nacionales de destino para estas estancias se encuentra la UNAM (IQ), el Cinvestav, la UV, la U de G y la UANL, entre otras. Se ha logrado aumentar la vinculación del programa del doctorado con el sector industrial, en parte, gracias a programas como el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología (SICyT), que ha fomentado la inversión en innovación tecnológica a partir de 2014. Con el aumento en el número de proyectos vinculados a sectores productivos (Anexos 3), el estudiantado tendrá mayores oportunidades de trabajar con desarrollo tecnológico en industrias, particularmente en la industria química, agroquímica y farmacéutica local, lo que favorecerá su inserción en este sector. Algunos de los Cuerpos Académicos y grupos de investigación del IICBA trabajan activamente con el sector industrial, por lo que se pretende que al menos un 30% de los que egresan hayan participado en proyectos vinculados se puedan insertar en este sector.



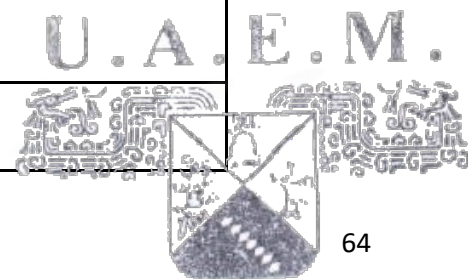
8. MAPA CURRICULAR

El programa de Doctorado en Ciencias cuenta con 100 créditos que incluyen 20 para el examen de candidatura y 80 para el avance de la investigación.

El Mapa Curricular no representa una distribución semestral de etapas de investigación, sino una guía para la asignación de créditos por el comité tutorial con base en la evaluación de los avances del trabajo del estudiantado, en correspondencia con el apartado 3.6 Análisis comparativo con otros planes de estudio, incisos a) y e).

El programa no está restringido a un número de semestres predeterminado. El estudiantado tiene la posibilidad de obtener el grado en un tiempo menor al máximo establecido en el programa, si el avance en el desarrollo de su trabajo de investigación y tesis es extraordinario. Por tal motivo, es posible calificar los dos últimos avances de proyecto del eje de investigación (7º y 8º) durante un mismo periodo (semestre). Estas dos últimas calificaciones pueden ser asentadas en el sistema de calificaciones antes de la fecha que indique el calendario institucional. Es decir, depende de la trayectoria académica de cada estudiante.

MAPA CURRICULAR DEL DOCTORADO EN CIENCIAS	
Eje de Investigación	
Nombre	Créditos
Examen de candidatura	20
Investigación (Protocolo)	10
Investigación (Desarrollo Metodológico)	10
Investigación (Resultados Preliminares)	10
Investigación (Consolidación del Proyecto)	10
Investigación (Análisis de Resultados)	10
Investigación (Resultados Finales)	10
Investigación (Preparación de manuscrito)	10



MAPA CURRICULAR DEL DOCTORADO EN CIENCIAS	
Eje de Investigación	
Nombre	Créditos
Investigación (Acreditación de Proyecto de Investigación) ²	10
Total de créditos	100

¹La/El estudiante de doctorado deberá presentar el examen de candidatura entre el primer y segundo semestre, el cual tiene el propósito de verificar que la/el estudiante tenga los conocimientos suficientes y la capacidad para llevar a cabo su trabajo de investigación. En el acta del examen de candidatura se asentará la calificación numérica y la recomendación en cuanto a la viabilidad del proyecto y comentarios generales.

² Por acreditación del proyecto de investigación. El jurado para la revisión y acreditación del proyecto de investigación lo designa la Comisión Académica Interna del Posgrado a propuesta del director/a de tesis. El Comité Tutorial podrá formar parte del jurado, más profesores/as adicionales (al menos uno externo/a), de manera que el número de integrantes se corresponda con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM.

Los créditos se expresarán siempre en números enteros y cada uno corresponderá a las semanas efectivas de clases según el periodo lectivo del plan de estudios.

8.1 Ejemplo de trayectoria académica del estudiantado

A continuación, se describe un ejemplo del tránsito de una/un estudiante dentro del programa. Sin embargo, hay que recordar que esta guía puede adaptarse a las necesidades del estudiantado, siempre avalado por su comité tutorial.

EJEMPLO DE LA TRAYECTORIA ACADÉMICA								
Eje	1 Semestre	2 Semestre	3 Semestre	4 Semestre	5 Semestre	6 Semestre	7 Semestre	8 Semestre
Investigación	Investigación (Protocolo)	Investigación (Desarrollo Metodológico)	Investigación (Resultados Preliminares)	Investigación (Consolidación de Proyecto)	Investigación (Análisis de resultados)	Investigación (Resultados Finales)	Investigación (Preparación de Manuscrito)	Investigación (Acreditación de Proyecto de Investigación)
	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares	12 seminarios extracurriculares
	*Examen de candidatura		**Envío y aceptación de artículo					
Requisito de egreso	Dos actividades académicas							
<p>Para los seminarios, en caso de fuerza mayor (cierre de la institución por huelga de largo plazo, sismo, pandemia, etc.) la CAIP puede suspender este requisito durante todo el transcurso de su existencia.</p> <p>*Todo el estudiantado acreditará un Examen de Candidatura (20 créditos) que podrá llevarse a cabo durante el primer año de ingreso.</p> <p>** En el artículo y los productos de investigación generados, el estudiantado debe incluir la adscripción a alguno de los Centros sede del Doctorado en Ciencias del IICBA (CINC, CIDC y CIQ) o sólo al Doctorado en Ciencias del IICBA de la UAEM, así como agradecimientos al CONACyT por la beca otorgada.</p>								

Para tener derecho al examen de grado, el estudiantado de doctorado deberá aprobar dos de las actividades académicas establecidas en los requisitos de egreso, y además tener la aceptación de al menos un artículo como primer autor en una revista de circulación internacional indizada, en donde se incorpore una parte sustancial de sus resultados de investigación.

Las actividades académicas, tales como la presentación del trabajo de investigación del estudiantado en congresos; la publicación de artículos de revisión, difusión o divulgación; estancias de investigación; impartición de cursos, son actividades formativas que contribuyen a proporcionar al estudiantado de doctorado experiencia en actividades adicionales a la investigación, y que formarán parte de sus responsabilidades profesoriales una vez que se incorporen a las actividades de investigación y docencia. La Actividad Académica la definirá el

estudiantado junto con su directora/director de tesis y su Comité tutorial y son entre otras, las siguientes:

- a. Impartir un curso a nivel superior.
- b. Escribir un artículo de revisión, divulgación o difusión.
- c. Participar en la elaboración de un proyecto de investigación para solicitar financiamiento.
- d. Participar en la organización de un evento científico.
- e. Presentar como autor principal, sus resultados en un congreso o taller, nacional o internacional.
- f. Realizar una estancia de investigación en un laboratorio externo a la UAEM por un tiempo mínimo de un mes.
- g. Presentar un seminario público o conferencia, relacionado con su tema de investigación.
- h. Participar como asistente de actividades de docencia de PITCs, como diplomados, impartición de tópicos, preparación de grupos para olimpiadas, impartición de cursos sabatinos y propedéuticos
- i. Impartición de cursos de nivelación intersemestrales para el alumnado de Licenciatura.

9. MEDIACIÓN FORMATIVA

En el Modelo Universitario (2010) se asume la mediación formativa “como el conjunto de estrategias y acciones orientadas a preparar las condiciones (recursos, medios, información y situaciones, entre otras) que hacen posible la intervención más conveniente a lo largo de la formación para favorecer el aprendizaje, la adquisición de saberes y competencias y concretar el proceso formativo del estudiante”.

El Doctorado en Ciencias implementa estrategias de carácter multidisciplinario estructuradas en un eje de investigación, orientando el proceso y desarrollo de los actores involucrados. Las estrategias y acciones integran principios y metodologías innovadoras en la enseñanza y se emplean modalidades didácticas que fomentan la integración y construcción de conocimientos, solución de problemas y aprendizaje independiente.

En el Doctorado en Ciencias, el estudiantado tiene un rol activo en su proceso formativo, ya que participa en la toma de decisiones del propio proceso de aprendizaje. A través de la flexibilidad del programa educativo, tiene la posibilidad de trazar su propia trayectoria académica en el eje de investigación de acuerdo con sus intereses y necesidades, lo que le permitirá desarrollar su proyecto de investigación.

El papel del docente en el programa del Doctorado en Ciencias es el de desempeñar el rol de experta/experto, asesora/asesor, investigadora/investigador, colaboradora/colaborador y tutora/tutor en el acompañamiento académico durante la trayectoria del estudiantado, con la finalidad de cumplir con los propósitos del plan de estudios. Dicho papel, se fundamenta en las exigencias expuestas dentro del Modelo Universitario (MU), donde el profesorado participa como estrategia en un proceso formativo integral y adecuado al contexto, que se orienta hacia la investigación.

Por otra parte, el programa cuenta con apoyo técnico, administrativo y operativo para concretar las situaciones, estrategias y modalidades para el adecuado aprovechamiento de todas las experiencias de aprendizaje.

La mediación formativa en el Doctorado en Ciencias está basada en la tutoría del estudiantado del programa de manera individualizada con el director de tesis y colegiada a través del Comité Tutorial, medio indispensable para asegurar que la formación llegue a buen término y se mantenga en todo momento un enfoque hacia la investigación.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS



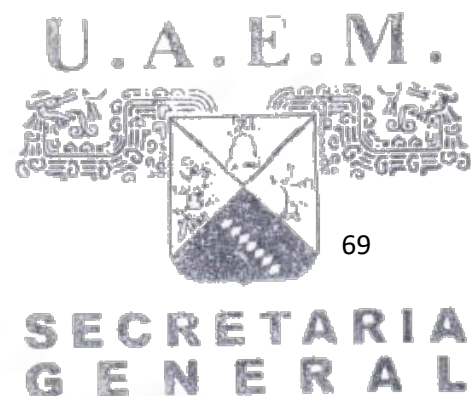
Así, la mediación formativa gira en torno al acompañamiento del estudiantado para el desarrollo de su proyecto de investigación hasta la conclusión de su tesis.

El Doctorado en Ciencias consta exclusivamente de un eje de investigación por lo que no incluye cursos en la formación académica del estudiantado.

Sistema de enseñanza

Se integrarán los principios y metodologías innovadoras en la enseñanza y se emplearán modalidades didácticas que fomenten la integración y construcción de conocimientos, solución de problemas y aprendizaje independiente en los programas de estudio.

El sistema de enseñanza está basado en la tutoría individualizada de cada estudiante del programa a través del Comité Tutorial.



10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Los tipos de evaluación que se plantean para este programa de doctorado son los siguientes:

10.1 Tipos de evaluación del aprendizaje según su finalidad y momento

Evaluación diagnóstica.

Esta evaluación se realiza antes de iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje con el propósito de verificar el nivel de formación del estudiantado para lograr los objetivos del Doctorado en Ciencias. Permite valorar la viabilidad del proyecto de investigación planteado e identificar carencias o errores cognitivos que puedan comprometer el logro de los objetivos establecidos, o bien, constatar que el estudiantado cuenta con los fundamentos teóricos para abordar adecuadamente su proyecto de investigación.

Específicamente, la evaluación diagnóstica se realiza en dos momentos: (1) durante la entrevista que tiene lugar con la Comisión de Admisión al Posgrado, como parte del proceso de selección para ingresar al programa, y (2) en el examen de Candidatura que el estudiantado realiza en su primer o segundo semestre, el cual consiste en la defensa oral y escrita del protocolo de su proyecto de investigación, la viabilidad de éste y sus conocimientos generales en el área de estudio.

Evaluación formativa. El desempeño del estudiantado del doctorado es evaluado por su directora/director de tesis de forma permanente y por su Comité Tutorial en cada periodo académico, de acuerdo a los avances en el desarrollo de su capacidad crítica y analítica, y de su trabajo de investigación.

Evaluación sumativa. En este programa, el estudiantado presenta sus avances de investigación ante los Comités Tutoriales: Estos Comités emiten un acta de cada una de sus reuniones, que se lleva a cabo al menos una vez cada periodo lectivo.

Estas actas deben contener al menos las siguientes características:

- Calificación numérica en escala de 0 a 10 y porcentaje de avance del proyecto de tesis.
- Compromisos asumidos por el estudiantado en la reunión de Comité Tutorial inmediata anterior.
- Resumen de las actividades realizadas por el estudiantado y comentarios del Comité Tutorial.
- Actividades a realizar durante el siguiente semestre y recomendaciones del Comité Tutorial.

Esta lista de actividades debe ser revisada en el siguiente comité tutorial y su cumplimiento es considerado para la calificación.

Examen de Candidatura de Doctorado: Se evaluará el documento de presentación de los avances de investigación, la viabilidad del proyecto y los conocimientos generales del estudiantado en el área.

Acreditación del proyecto de investigación. Además, el estudiantado deberá acreditar el proyecto de investigación: La Comisión Revisora para la revisión y aprobación de la tesis de investigación la designa la Comisión Académica Interna del Posgrado a propuesta del Director de tesis. Estará conformada por 5 sinodales y dos suplentes que pueden ser miembros del Comité Tutorial, cuidando la participación mínima de un externo (máxima de 40%), respetando lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM 2020. La tesis se avala con un mínimo de 6 votos aprobatorios emitidos por miembros de la Comisión Revisora.

Examen de defensa de grado: La defensa de tesis, su aprobación y la obtención del grado se realizan con base en los lineamientos institucionales.

Tipos de evaluación de aprendizaje

- Autoevaluación. El profesorado promueve en el estudiantado comentarios sobre el proceso de autoaprendizaje. Durante el curso se da a la tarea de preguntar si el estudiantado se ha sentido satisfecho con su acercamiento al tratamiento de un tema o la elaboración de avances de investigación. Además, el profesorado se autoevalúa al final de cada semestre.
- Heteroevaluación. A través de la preparación y exposición de temas, presentaciones de avances de investigación y el documento de tesis, el profesorado valora los desempeños del estudiantado y le proporciona la retroalimentación que le permita reflexionar sobre su aprendizaje.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS



11. UNIDADES DE APRENDIZAJE

El programa de Doctorado en Ciencias no contempla unidades de aprendizaje, el estudiantado acredita 8 investigaciones a través del desarrollo de un proyecto de investigación original. Estas investigaciones son acreditadas con la presentación y defensa al menos una vez en cada periodo lectivo de un examen frente a un comité tutorial constituido por profesorado especializado en el tema de investigación del estudiantado. En estos exámenes el comité tutorial evalúa tanto el desempeño experimental como el manejo adecuado de conocimientos teóricos. En su mayoría, el estudiantado del DC proviene de la MC y una minoría de alguna otra maestría afín, nacional o del extranjero, durante la cual acreditó los cursos especializados necesarios para desempeñarse en su área de elección durante el doctorado.

Aun así, la formación de maestría también preparó al estudiantado para adquirir por sus propios medios el conocimiento teórico especializado y novedoso que les permitirá desempeñarse como investigadoras/investigadores de excelencia.



12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO

La selección de los aspirantes al DC se realiza a través de los Comités de Admisión de cada área del programa.

12.1 Requisitos de ingreso

a) Académicos

- Copia del título profesional expedida de manera física o electrónica, de alguna Maestría afín a las siguientes áreas: Física, Química, Biología, Bioquímica, Biomédica, Matemáticas Puras y Aplicadas, Computación, Ingenierías incluyendo Ingeniería de Materiales y de Sistemas. Pudiendo, excepcionalmente presentar el acta de examen profesional correspondiente como indicio de terminación de su antecedente académico, teniendo el o la solicitante la obligación impostergable de entregar copia de su título profesional en un plazo máximo de seis meses contados a partir del inicio del primer periodo lectivo del programa del plan de estudios en el que se encuentre inscrito.
- Copia del certificado de estudios con fecha de expedición anterior a la fecha de ingreso, emitido de manera física o electrónica. Los aspirantes egresados de instituciones educativas no pertenecientes al sistema educativo nacional están obligados a presentar el título y certificado de estudios debidamente apostillados o legalizados, y en su caso, acompañados de traducción al español, la cual deberá estar avalada por un perito oficial.
- Documento que acredite el nivel de comprensión del idioma inglés (Mínimo Nivel B1 o equivalente, tal como lo define el Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas (MCER), que es el estándar internacional que define la competencia lingüística). El documento será expedido por instituciones públicas o particulares que cuenten con alguna certificación de la enseñanza de lenguas extranjeras por organismos internacionales o avalada por autoridades federales o estatales competentes. Cualquier documento de esta índole deberá tener máximo una vigencia de hasta dos años de antigüedad contados a partir de la fecha de su expedición.

b) Legales

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

c) De selección

Criterios de evaluación

- En caso de no contar con la pertinencia en el área de interés, el aspirante presentará un examen de conocimientos sobre Biología, Química, Física, Computación y/o Matemáticas.
- Realizar una entrevista con la Comisión de Admisión. En la entrevista se pedirá al aspirante hacer una breve presentación de su tesis de Maestría, así como una presentación de su anteproyecto de tesis doctoral. Finalmente, se le pedirá responder a preguntas sobre el área, en forma complementaria o adicional para verificar conocimientos básicos requeridos.
- Antecedentes académicos (currículum vitae, con documentos probatorios).
- Protocolo de investigación (Anteproyecto) de Doctorado.
- Presentar examen psicométrico

Documentos administrativos

- Solicitud de inscripción al Programa.
- Original del acta de nacimiento, sin importar su antigüedad, pudiendo ser exhibida de manera física o electrónica.
- Carta de motivos.
- 2 cartas de recomendación académica.
- Identificación oficial con fotografía.
- Clave Única de Registro de Población (CURP) Actualizado.

Procedimiento de selección

La Comisión Académica Interna de Posgrado designará una Comisión de Admisión, para cada Área, que será la encargada de llevar a cabo el proceso de selección de aspirantes al Doctorado en Ciencias hacia su área de elección.

1.- El proceso iniciará con la revisión y evaluación de la pertinencia y calidad de los antecedentes académicos de los aspirantes.

2.- En caso de no contar con la pertinencia en el área de interés, el aspirante deberá presentar un examen general de conocimientos del área de interés

3.- En caso de contar con la pertinencia en el área de interés o aprobar el examen general de conocimientos del área de interés, el aspirante deberá presentar y defender un anteproyecto de investigación (proyecto de tesis).

Considerando que previamente se han especializado en conocimientos más específicos en sus estudios de maestría, la Comisión de Admisión llevará a cabo una entrevista, en donde explorará a profundidad sus debilidades y fortalezas académicas y obtendrá información sobre sus intereses y experiencias previas. En esta entrevista la comisión también evaluará la defensa del protocolo

de investigación. Con base en el resultado de la evaluación en los 3 rubros (entrevista, antecedentes académicos, protocolo de investigación) y el resultado del examen psicométrico, la Comisión de Admisión determinará si procede o no la aceptación del candidato al programa.

Rubros	%
Entrevista	30
Antecedentes académicos	20
Presentación y defensa del anteproyecto de investigación	50
Nota: El examen psicométrico se considera como un criterio cualitativo para la aceptación del solicitante al PE.	

Respecto al anteproyecto de investigación, la/el aspirante enviará a la coordinación de área correspondiente, con al menos diez días de anticipación a la entrevista, un anteproyecto de investigación de doctorado que contenga la información siguiente, en 5 a 10 cuartillas.

- Título del anteproyecto
- Introducción (antecedentes)
- Justificación
- Objetivos
- Metodología
- Referencias

Además deberá incluir el nombre de la directora o director de tesis propuesto, así como los nombres de 5 investigadoras/investigadores para conformar el comité tutorial (máximo 40% externas/externos a la UAEM)

Al concluir el proceso de selección, la Comisión de Admisión informa los resultados a través del acta colegiada a la Comisión Académica Interna de Posgrado, posteriormente es turnado a la Comisión de Ciencias (CC), la cual ratifica y notifica al Consejo Interno de Posgrado del IICBA para su aval.

Una vez aceptada/aceptado, la/el aspirante debe presentar la siguiente documentación:

- Carta de aceptación para ingresar al programa educativo en formato oficial, firmada por el Coordinador del programa educativo de la Unidad Académica o Instituto, cuyo valor jurídico para efectos del presente artículo es acreditarle como aspirante ante la Universidad hasta

que concluya su proceso de inscripción y cuyo alcance se circunscribe al proceso de selección vigente.

- Documento firmado donde la/el aspirante aceptada/aceptado exprese que recibió el vínculo electrónico para la consulta de la Legislación Universitaria, donde ha leído y comprendido los alcances del Reglamento General de Estudios de Posgrado.
- Los aspirantes extranjeros deberán presentar el permiso migratorio correspondiente emitido por la autoridad competente, que le permita cursar el posgrado en la UAEM (Copia del FM o, de manera excepcional, el trámite en el INM de su documento migratorio).
- Los aspirantes extranjeros cuya lengua materna no sea el español, deberán presentar un documento que acredite el dominio del idioma español.
- Carta compromiso firmada por el aspirante donde manifieste que los documentos presentados para su inscripción como alumno del posgrado corresponden a los originales y son legítimos. En caso de que la documentación se encuentre incompleta, deberá comprometerse a exhibir los documentos originales en el momento en que lo requiera cualquier autoridad universitaria referida en el presente ordenamiento.

12.2 Requisitos de permanencia

El estudiantado debe cumplir con las presentaciones de avances de investigación ante los comités tutoriales. Se deberá asentar un acta con la calificación aprobatoria mínima que establezca el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM, y así obtener los créditos correspondientes, en donde se indique: situación del avance de la investigación del estudiantado y sugerencias e indicaciones acordadas por los miembros del comité para el desarrollo de la investigación.

El estudiantado debe aprobar el examen de candidatura, el cual tiene el propósito de verificar que tenga los conocimientos suficientes, la capacidad para llevar a cabo su trabajo de investigación y la viabilidad del proyecto. Además de aprobar lo marcado en el plan de estudios, es obligación del estudiantado atender lo siguiente:

- a. Concurrir a las sesiones de tutoría con la/el directora/director de tesis designada/designado.
- b. Presentar con el aval de su directora/director de tesis, informes de avance en el proyecto de investigación ante el comité tutorial respectivo.
- c. Haber cubierto los pagos de inscripción y reinscripción en los periodos establecidos.

- d. Avisar por escrito a la coordinación del área de posgrado correspondiente las ausencias por períodos superiores a tres días. El incumplimiento de este punto es causal de baja definitiva.
- e. La reinscripción será tramitada por la/el interesada/interesado dentro de las cuatro semanas de iniciado el periodo escolar. De no ser cubierta la inscripción o reinscripción en las cuatro semanas posteriores a la expedición del recibo, el estudiantado se hará acreedor a una multa obligatoria de veinte UMA, sin posibilidad de prórroga o condonación.
- f. Realizar las actividades académicas que determine el programa educativo en los plazos y criterios establecidos.
- g. Asistir cada semestre a un mínimo de 12 seminarios científicos extracurriculares o a una estancia de investigación fuera del campus UAEM con duración mínima de 1 mes. En caso de fuerza mayor (cierre de la institución por huelga de largo plazo, sismo, pandemia, etc.), la CAIP puede suspender este requisito durante todo el transcurso de su existencia.
- h. No reprobado dos etapas de investigación o la misma dos veces durante la vigencia del programa educativo.
- i. La calificación mínima aprobatoria para cada evaluación en el avance de las etapas de investigación y el examen de candidatura, será de 8 (Art. 46 RGEP 2020). Si el estudiantado recibe dos evaluaciones desfavorables será dado de baja definitiva del programa, de acuerdo con el RGEP vigente (Art. 52 RGEP 2020).
- j. En ningún caso se concederán exámenes extraordinarios. Cuando el estudiantado repruebe una sola etapa de investigación, tendrá la oportunidad de recurrarla por única vez.
- k. El estudiantado deberá tramitar el recursamiento del avance de investigación por escrito ante la jefatura de posgrado. En caso de no aprobar en esta segunda oportunidad, se procederá a la baja definitiva.
- l. El alumnado podrá solicitar ante la CAIP una baja temporal, para un máximo de un periodo lectivo, es decir un semestre. Al finalizar este periodo, se deberá incorporar a sus estudios. El alumnado podrá ejercer este derecho solamente por una ocasión durante el doctorado (Art. 52 RGEP 2020, fracción II).
- m. Para el trámite de baja en avances de investigación, bajas temporales y definitivas, el alumnado deberá haber cursado un periodo escolar y presentar solicitud por escrito dentro de

los treinta días naturales de iniciado el siguiente periodo lectivo, ante la Coordinación del Doctorado en Ciencias, con el visto bueno de el/la director/a de tesis (Art. 53 RGEP).

n. Se deberá cumplir en tiempo y forma con los trámites administrativos indicados por la coordinación del Doctorado en Ciencias, para su adecuado tránsito por el programa.

12.3 Requisitos de egreso

a) Académicos

Para egresar del Doctorado en Ciencias el estudiantado deberá:

- Acreditar el examen de candidatura (20 créditos) y las etapas del desarrollo de su tesis señaladas en el mapa curricular (80 créditos) con al menos la calificación aprobatoria mínima que dicta el RGEP, 2020.
- Presentar constancia de inglés nivel mínimo B2 o equivalente. El documento será expedido por instituciones públicas o particulares que cuenten con alguna certificación de la enseñanza de lenguas extranjeras por organismos internacionales o avalada por autoridades federales o estatales competentes. Cualquier documento de esta índole deberá tener máximo una vigencia de hasta dos años de antigüedad contados a partir de la fecha de su expedición.
- Obtener el Certificado de Estudios expedido por la Dirección General de Servicios Escolares de la UAEM.

Para la obtención del grado de Doctorado en Ciencias el estudiantado deberá haber cubierto:

- La aceptación de al menos un artículo como primer autor en una revista de circulación internacional indizada con una parte sustancial de su proyecto de tesis (En el artículo y los productos de investigación generados, el estudiantado debe incluir la adscripción a alguno de los Centros sede del Doctorado en Ciencias del IICBA (CINC, CIDC y CIQ) o sólo al Doctorado en Ciencias del IICBA de la UAEM, así como agradecimientos al CONACyT por la beca otorgada).
- La presentación de una tesis terminada avalada por su directora o director de tesis, ante los integrantes de la Comisión Revisora que deberá constituirse por cinco sinodales, que contarán con dos suplentes. El número de integrantes externos podrá ser de hasta el 40%.

El comité tutorial podrá formar parte de la Comisión Revisora que será asignada por la Comisión Académica Interna de Posgrado a propuesta del comité tutorial cuando el estudiantado presente el documento de tesis debidamente avalado por su directora o director de tesis.

- La obtención de al menos seis de los siete votos emitidos sean favorables (Art. 75, RGEP 2020). La Comisión Académica Interna de Posgrado, de considerarlo conveniente, tendrá en este caso la atribución de designar a una nueva o un nuevo integrante del sínodo, así como en los casos de fallecimiento, renuncia, jubilación o imposibilidad de localización de sinodales, o retraso significativo en la entrega del voto.
- La defensa de la tesis en el examen de grado de manera presencial o virtual, frente a un jurado que estará conformado por los integrantes de la Comisión Revisora. Lo anterior no compromete de ningún modo el dictamen del jurado en la presentación y defensa de la tesis.
- La realización de los trámites de obtención de grado correspondientes según los procedimientos establecidos en el Reglamento General de Estudios de Posgrado (Art. 77 RGEP, 2020).
- Con el fin de obtener el nivel de competencia internacional en el Padrón Nacional de Posgrado de Calidad de CONACyT, se recomienda que la obtención del grado se lleve a cabo en máximo 12 meses adicionales a la duración del doctorado. Sin embargo, el plazo para permanecer inscrito/a y egresar del programa de Doctorado en Ciencias será de cuarenta y ocho meses (Art. 56 RGEP, 2020, fracción III) y se otorgará un plazo de hasta dieciocho meses adicionales para la obtención del grado (Art. 57 RGEP 2020).
- El Consejo Interno de Posgrado, a petición escrita del alumno interesado, podrá autorizar una última prórroga de hasta seis meses más para la obtención del grado, tomando en cuenta las recomendaciones del Comité Tutorial y las circunstancias del alumno (Art. 57 RGEP, 2020).

b) Legales

Los que establezca la normatividad y procedimiento vigentes de la UAEM.

13. TRANSICIÓN CURRICULAR

El estudiantado de la generación de agosto 2018, enero y agosto 2019, enero y agosto 2020, enero y agosto 2021; y enero 2022 inscrito, continuará rigiéndose por el plan de estudios 2018. El estudiantado que ingrese en la generación agosto 2022, se registrará con el presente plan de estudios 2022.

DOCTORADO EN CIENCIAS			
EQUIVALENCIAS ENTRE EL PLAN 2018 Y PLAN 2022			
Número de Semestre	Eje de Investigación	PLAN 2018 Créditos	PLAN 2022 Créditos
1	Examen de candidatura	20	20
	Investigación (Protocolo)	10	10
2	Investigación (Desarrollo Metodológico)	10	10
3	Investigación (Resultados Preliminares)	10	10
4	Investigación (Consolidación del Proyecto)	10	10
5	Investigación (Análisis de Resultados)	10	10
6	Investigación (Resultados Finales)	10	10
7	Investigación (Preparación de manuscrito)	10	10
8	Investigación (Acreditación de Proyecto de Investigación)	10	10
Total		100	100

14. CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN

14.1 Recursos humanos

Planta académica

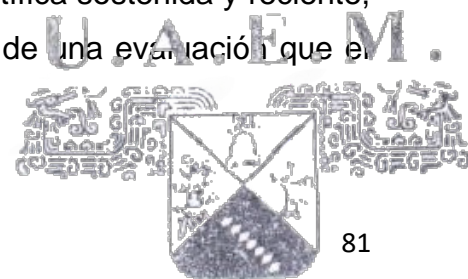
El Doctorado en Ciencias cuenta con una planta académica de primer nivel formada por más de setenta PTCs del IICBA, de los cuales 53 pertenecen al NA del DC. La mayoría del profesorado (87.50%) tienen el reconocimiento del SNI, niveles II (11) y III (10). Además, cuentan con la participación de PTC de otras Unidades Académicas de la UAEM y Profesorado de Tiempo Parcial externo PTPs externas/ externos del Centro de Ciencias Físicas, Instituto de Biotecnología, Instituto de Química, Centro de Ciencias Genómicas, Centro de Investigación en Energía, Instituto de Ciencias Nucleares, todos los anteriores de la UNAM; además participan investigadoras/investigadores del Instituto Nacional de Salud Pública. Estos/Estas PTPs externas/ externos de calidad académica reconocida, han participado de manera comprometida con el programa, inclusive en labores de gestión.

El profesorado que participa en el Doctorado en Ciencias de manera activa son profesores/profesoras del núcleo académico que pueden estar en las categorías de tiempo completo y tiempo parcial. Los requisitos para formar parte del NA son:

- a. Ser profesor/profesora de tiempo completo de la UAEM.
- b. Tener el grado de doctor.
- c. Ser investigadora/investigador en funciones con producción científica sostenida y reciente, lo cual puede avalarse por la pertenencia al SNI, o bien a través de una evaluación que el académico solicite al Consejo Interno.
- d. Participar como director/directora de tesis de al menos un/una estudiante del programa. El profesorado de tiempo parcial (PTP) son profesoras/profesores de tiempo completo en instituciones distintas de la UAEM.

Los requisitos para ingresar como director de tesis al programa son:

- a. Tener el grado de doctor.
- b. Ser investigador/investigadora en funciones con producción científica sostenida y reciente, lo cual puede avalarse por la pertenencia al SNI, o bien a través de una evaluación que el académico solicite al Consejo Interno.



Planta administrativa

El doctorado cuenta con dos personas que se encargan de la parte administrativa del posgrado.

Los cargos administrativos son:

- Jefatura del posgrado
- Secretaria del posgrado

14.2 Recursos Financieros

De manera institucional se han generado políticas de contratación de PITC, con alto grado de habilitación y que desarrollen líneas de investigación congruentes con su trayectoria académica y producción científica. En el caso específico del Doctorado en Ciencias, se cuenta con una planta académica integrada por más de 70 PITC pertenecientes al IICBA, cuatro de ellos fueron contratados entre 2017 y 2018, tres de los cuales son cátedra CONACyT que apoyan al Doctorado en Ciencias impartiendo clases y asesorando al estudiantado. De igual forma, se fomenta la participación del profesorado en estancias posdoctorales a través de recursos PRODEP, CONACyT y recursos propios.

El presupuesto institucional para atender la operación del posgrado es obtenido a través de Recursos Federales de los siguientes programas: El Programa Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PROFEXCE antes PFCE), Fondo de Aportaciones Múltiples (FAM), Programa Operativo Anual (POA), Fortalecimiento de la Calidad en Instituciones Educativas (PROFOCIE); Consejo de Universidades Públicas e Instituciones Afines (CUPIA) para investigación y posgrado; Fondo de Consolidación; de cada Unidad Académica; Fondo para Elevar la Calidad de la Educación Superior; Becas Santander para el estudiantado; proyectos de investigación de los/las PITC a través del CONACyT con incidencia en el proceso formativo. En la UAEM, dentro del Programa de Movilidad Nacional e Internacional, se resguardan seis programas específicos que promueven y gestionan la movilidad e intercambio estudiantil.

La UAEM cuenta con convenios generales de colaboración con instituciones académicas, gubernamentales, empresas y organizaciones sociales que permiten derivar convenios específicos de apoyo a proyectos de investigación y desarrollo de proyectos terminales de programas educativos con orientación a la investigación o con orientación profesional, respectivamente.



El monto de los proyectos de los Centros que se encargan del funcionamiento del Doctorado en Ciencias y que pertenecen al Instituto en Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas con financiamiento externo es de aproximadamente \$8,047,600.00 de pesos M.N.

La movilidad del estudiantado se financia a través de programas extraordinarios como: PROFOCIE, FOMIX, FECES, PRODEP y CONACYT, entre otros. El financiamiento externo con el cual cuenta el Doctorado en Ciencias, en su mayoría se destina a la vinculación del mismo.

En cuanto a prestación de servicios o proyectos bajo contrato, el Centro de Investigaciones Químicas alberga el Laboratorio Nacional de Estructura de Macromoléculas que está encargado de ofertar servicios a investigadores/investigadoras o empresas a nivel nacional. Por otra parte, dado que la investigación que se realiza en los Centros que operan el posgrado es de ciencia básica, no están aún establecidos otros mecanismos para dar servicios a empresas o industrias; sin embargo, varios de los cuerpos académicos tienen nexos con sectores productivos y la industria. Algunos ejemplos de esto son los convenios entre grupos de investigación del Centro de Investigación en Dinámica Celular con: (1) Consejo Estatal de Productores de Ornamentales de Morelos, A.C. (Cepomac); (2) Servicios de Salud Morelos. Estos nexos deberán resultar en la oferta de servicios o transferencia de tecnología.

14.3 Infraestructura Laboratorios

Los tres centros de investigación cuentan con un total de 35 laboratorios de investigación, con capacidad para entre 5 y 10 personas, tienen espacio para desarrollar actividades de investigación y estudio, permitiendo al estudiantado obtener experiencia en el manejo de los equipos y aplicación de las técnicas analíticas, teóricas o experimentales, necesarias para su formación. Se cuenta con 8 laboratorios de docencia y el CIQ cuenta con 9 laboratorios de servicios analíticos, entre ellos el Laboratorio Nacional de Macromoléculas (LANEM). Estos laboratorios prestan servicio a los investigadores de la UAEM, otros Centros de investigación y a la industria. Los Centros de investigación que se mencionan en el apartado 14.2 cuentan con laboratorios de investigación y espacios de cómputo en los que se desarrollan las actividades de investigación y estudio y permiten al estudiantado obtener experiencia en el manejo de los equipos y aplicación de las técnicas analíticas, teóricas o experimentales, necesarias para su formación. Es importante recordar que un número considerable de investigadoras/investigadores de los Centros e Institutos

de la UNAM del campus Chamilpa, participan en el DC, por lo que también sus laboratorios y equipos son utilizados por el estudiantado del posgrado.

Biblioteca.

En apoyo al Posgrado, se cuenta con:

- Biblioteca Central de la UAEM: Cuenta con servicios de consulta del acervo bibliotecario, sala de conferencia, sala de usos múltiples, videoteca, tesiteca, área de colecciones especiales, están a disposición de los universitarios.
- Biblioteca CONRICyT: Acceso a bases de datos tales como:
 - American Chemical Society
 - American Institute of Physics
 - American Physical Society
 - American Mathematical Society
 - American Medical Association, Journal
 - Annual Reviews
 - Cambridge University Press
 - BioOne
 - Elsevier
 - Emerald
 - Institute of Electrical and Electronics Engineers
 - Institute of Physics
 - Lippincott Williams & Wilkins
 - Nature
 - Oxford University Press
 - Science AAAs
 - Springer
 - Thomson-Reuters
 - Wiley Subscription Services Inc.

Cubículos

El NA cuenta con oficina individual en la que pueden dar asesoría y atender al estudiantado de manera personal. El estudiantado también cuenta con un lugar específico de trabajo asignado para desarrollar sus actividades de estudio e investigación. En total, en los tres centros se cuenta

con 72 cubículos, alrededor de 40 se usan como oficinas del profesorado, los restantes tienen capacidad para 5 personas y son espacios de estudio del estudiantado.

Áreas deportivas y Culturales

Los Centros de investigación que participan en el doctorado se encuentran dentro del Campus Norte de la UAEM, el cual cuenta con una cancha de fútbol, dos canchas de fútbol rápido, 3 canchas de tenis, tres canchas de baloncesto y dos gimnasios. Estas áreas se encuentran en excelentes condiciones y son de fácil acceso para el estudiantado. Por otra parte, la UAEM cuenta con al menos 10 auditorios en los que se realizan diversas actividades académicas y culturales, tales como festivales de cine, obras de teatro, eventos de danza y musicales. Estos eventos se promocionan ampliamente a través de correo electrónico.

Áreas verdes, de esparcimiento y de acceso

La UAEM cuenta con amplias áreas verdes y de esparcimiento, existen al menos 6 cafeterías y restaurantes. Cuenta con dos accesos principales peatonales y de automóviles. Los centros de investigación tienen amplios accesos peatonales y existen rampas de acceso para personas con capacidades diferentes.

14.4 Recursos Materiales

El Centro de Investigaciones Químicas (CIQ) cuenta con dos edificios, los Centros de Investigación en Ciencias (CInC) y de Dinámica Celular (CIDC) cuentan con un edificio cada uno, más dos edificios que se encuentran en construcción. Éstos cuentan con infraestructura de laboratorios, supercómputo y equipo analítico de clase mundial. El costo de toda la infraestructura tomando en cuenta apoyos institucionales, privados, PIFI, PIFOP y CONACyT asciende a un centenar de millones de pesos. Vale la pena hacer notar que la mayor parte de estos recursos han sido atraídos por los profesores asociados al programa a través de diversos proyectos individuales y de grupo. Adicionalmente, se cuenta con la infraestructura de los centros e institutos externos, principalmente de la UNAM que participan en el programa. El acervo bibliográfico también es el adecuado, el cual inició con el donativo de la biblioteca Roche-Syntex y ahora está reforzado con las revistas electrónicas proporcionadas por el CONRICYT-CONACyT, además del acceso a revistas del IBT y Ciencias Físicas de la UNAM.

Con base en la orientación en investigación del plan de estudios es necesario el uso de laboratorios y otros espacios en los que el estudiantado realiza su trabajo de investigación y



adquiere habilidades en las distintas áreas de investigación. Los laboratorios cuentan con herramientas y sistemas suficientes para satisfacer la demanda estudiantil.

Adicionalmente, servicio de internet mediante 40 computadoras y tabletas electrónicas. Tiene capacidad para albergar a 600 usuarios, además de contar con un auditorio para 140 personas, un acervo de más de 35 mil ejemplares de libros físicos de las áreas de Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Ciencias Exactas e Ingeniería y Administrativas

En 1994, los laboratorios Roche-Syntex donaron a la UAEM la biblioteca que tenían en su unidad de investigación de CIVAC. Esta biblioteca es una de las tres mejores en México en el área de Química Orgánica y productos naturales, y ha sido ampliada en el número de suscripciones anuales a revistas de otras áreas.

14.5 Estrategias de desarrollo

La incidencia del programa en la generación de conocimientos y formación de recursos humanos a nivel nacional e internacional es evidente. Se continuará trabajando en fortalecer los lazos que tienen los diversos Cuerpos Académicos asociados al programa con varias instituciones nacionales como la UNAM, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, UAEM, Instituto Politécnico Nacional, Instituto Nacional de Salud Pública, etc. y universidades, institutos y centros de investigación de diversas partes del mundo, como Canadá, Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Alemania, España, Suiza, entre otras. La posibilidad de codirección permitirá afianzar estas colaboraciones, fomentando el intercambio académico y la movilidad. Se espera que, con esta reestructuración curricular con características únicas a nivel nacional, el programa continúe desarrollándose, aumentando la matrícula y la calidad de los que egresan, así como consolidando el carácter inter- y multidisciplinario.

Se establecen estrategias para optimizar los recursos y brindar al mismo tiempo la educación actualizada y de calidad que nuestra sociedad demanda. Se optimizan los recursos haciendo uso de equipos y sistemas que puedan ser compartidos. De esta manera, cuando se toman decisiones sobre el equipo y material a adquirir, se tiene en mente un esquema global de necesidades de investigación. En la selección de herramientas y sistemas que permitan a las/los estudiantes estar vigentes dentro del entorno laboral, se toma en cuenta el tipo de paquetes y herramientas que son más estándares y que tienen una mayor difusión de mercado. Entonces los laboratorios cuentan con sistemas para satisfacer los proyectos estudiantiles.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS



Cada semestre se invita a docentes al estudiantado del programa de Doctorado en Ciencias a participar de manera voluntaria al proceso de evaluación docente institucional, con el objetivo de identificar las fortalezas y áreas de oportunidad de la práctica docente a partir de la opinión del estudiantado y la autoevaluación del profesorado, para incidir en el fortalecimiento de las competencias de la planta docente, a través de acciones de formación y actualización que constituyen los cimientos hacia el desarrollo profesional de la docencia.

Una vez emitido el resultado, la Comisión Académica Interna del Posgrado lo analiza para identificar áreas de oportunidad.

15. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR

Con la finalidad de realizar una evaluación de manera continua del presente plan de estudios, seguirá siendo tarea del Consejo Interno de Posgrado mantener en marcha un sistema de evaluación curricular integral que comprende dos momentos. En el primer momento, una evaluación permanente de los programas de estudios puestos en marcha; en el segundo momento, una evaluación curricular del estudiantado. La evaluación del programa de estudios se hará con base en los resultados obtenidos del aprendizaje y en el avance logrado por parte del estudiantado en sus trabajos y proyectos de investigación. La evaluación curricular del estudiantado se hará considerando el nivel de eficiencia terminal y del impacto en el aprendizaje y resultados obtenidos. En ambos casos se considerarán los aspectos teóricos, metodológicos y técnicos incorporados en los contenidos de los programas de estudio y en los perfiles y líneas de investigación incorporados al currículum. Todo lo anterior se llevará a cabo con base en el Artículo 92, RGEP, 2020. El Consejo Interno será responsable de precisar los criterios y procedimientos metodológicos para una evaluación continua, sistemática e integral del plan de estudios. Cada cinco años se hará una reestructuración o modificación curricular del plan de estudios.



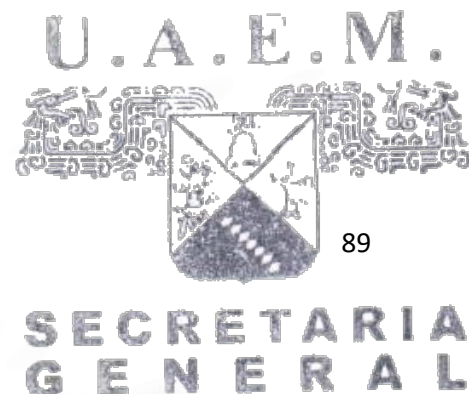
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS



16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PIDE 2012-2018: www.uaem.mx/rectoria/rectoria/pide.doc
2. PIDE 2018-2023 http://pide.uaem.mx/assets/PIDE_2018-2023.pdf
3. Plan Nacional de Desarrollo: <https://pnd.gob.mx>
4. Organó Oficial Informativo "Adolfo Menéndez Samará. No. 20 AÑO III SEGUNDA ÉPOCA Marzo 2000.
5. Programa de Fortalecimiento de la Calidad en Instituciones Educativas (PROFOCIE)
<http://cgut.sep.gob.mx/2014/PROFOCIE/index.php>
6. Lineamientos de Diseño y Reestructuración Curricular (2017). Mediación formativa. Pág. 36 y 37.



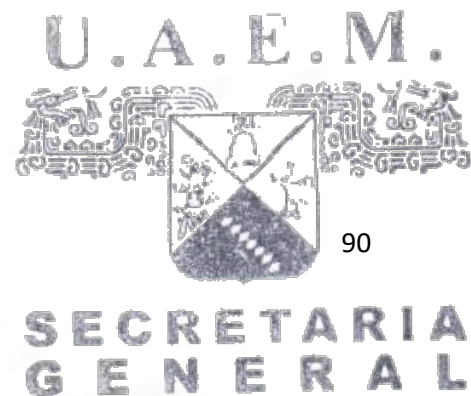


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS

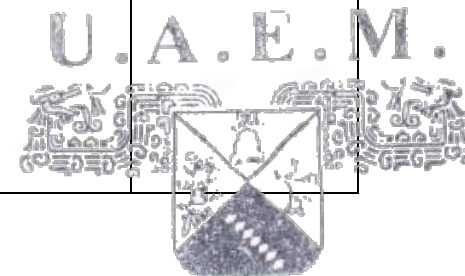


17. ANEXOS

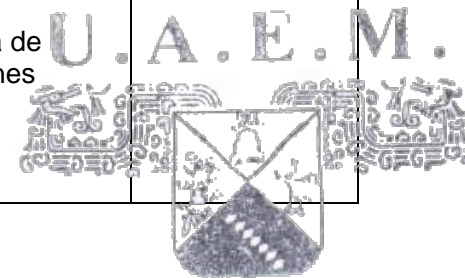


Anexo 1. Comparación con otros planes de estudio a nivel nacional

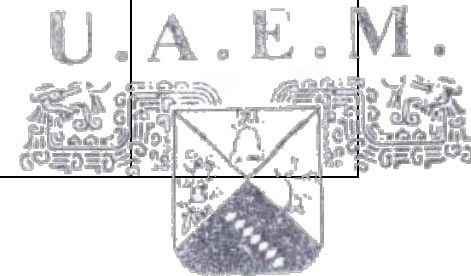
Nombre de la carrera	Objetivo General	Perfil de egreso	Mercado de trabajo	Duración	Número de créditos	Áreas de conocimiento	Etapas , eje o ciclos de formación
Doctorado en Ciencias (UAEM)	Formar doctoras/doctores, con conocimientos avanzados en aspectos teóricos y aplicados de ciencias exactas, con habilidades de alto nivel en análisis, pensamiento crítico y ética; desarrollando un proyecto de investigación original independiente y novedoso, que culminará en la defensa de su tesis, bajo asesoría individual de una planta académica de excelencia, constituida por profesores investigadores de la UAEM y de otras instituciones prestigiosas nacionales y/o internacionales; para integrarse al sector académico o industrial de investigación e innovación, siendo más competitivos y	Adquirir un conocimiento sólido y actualizado en el área en la que se prepararon en el Doctorado en Ciencias. Habilidades a) identificar y analizar problemas relevantes en su área de formación y definir las estrategias pertinentes para plantear soluciones. b) Realizar labores de investigación, docencia y divulgación de manera independiente y de alto nivel. c) Formular proyectos originales de investigación de forma independiente. d) Incidir en la formación de recursos humanos, así como en la creación y dirección de grupos de investigación. e) Adquirir una serie de principios éticos y profesionales que les permitirán abordar los problemas con un compromiso social y ética profesional.	Ámbito académico e industrial, sector público y privado.	8 Semestres	100	-Bioquímica -Química -Modelación Computacional y Cálculo Científico -Matemáticas -Física	Único eje de investigación



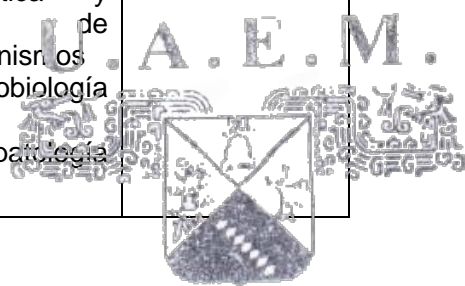
Nombre de la carrera	Objetivo General	Perfil de egreso	Mercado de trabajo	Duración	Número de créditos	Áreas de conocimiento	Etapas , eje o ciclos de formación
	reconocidos en su área de especialidad, o también para desempeñarse como docentes del más alto nivel.						
Doctorado en Ciencias Químicas (UNAM)	El propósito del Doctorado es la formación de investigadores de competencia internacional en el campo de la Química, capaces de realizar investigación original e independiente y de contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología mediante la identificación y solución de problemas del sector químico. Las actividades principales son el desarrollo de un proyecto de investigación, el cual debe tener un amplio componente de originalidad y la participación en	El egresado del plan de estudios de doctorado de este Programa contará con lo siguiente: Conocimientos: Habrá adquirido un conocimiento sólido y profundo en las Ciencias Químicas, relacionado principalmente con su LTGC, que permita la realización de investigación original e independiente tanto en el ámbito de ciencia básica como de innovación tecnológica. Asimismo, será capaz de dirigir la formación de recursos humanos para el ejercicio profesional y la investigación química. Habilidades y aptitudes: Será capaz de proponer,	Ámbito académico e industrial, sector público y privado	8 Semestres	0	-Catálisis -Ciencia de los Materiales -Farmacología -Fisicoquímica - Química de Alimentos y Biotecnología -Química Ambiental -Química Analítica -Química Teórica y Computacional -Química Inorgánica -Química Medicinal y Farmacéutica - Química Orgánica - Química de Radiaciones	-



Nombre de la carrera	Objetivo General	Perfil de egreso	Mercado de trabajo	Duración	Número de créditos	Áreas de conocimiento	Etapas , eje o ciclos de formación
	seminarios académicos.	<p>desarrollar y evaluar proyectos de investigación, así como de plantear estrategias viables tendientes a su realización. Tendrá habilidades sólidas en diversos métodos y técnicas, particularmente en los relacionados con sus actividades de tesis. Manejará de manera crítica y ágil la información científica y técnica de fuentes especializadas de actualidad. Estará capacitado para realizar labores de docencia, colaborando con ello en la formación de recursos humanos en diversos niveles educativos.</p> <p>Actitudes: Superación constante. Trabajo en equipo. Conciencia social y ambiental. Razonamiento crítico y autocrítico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Liderazgo. -Orientación al logro 					



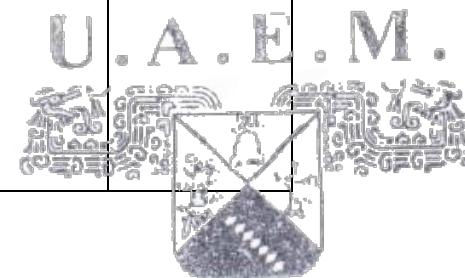
Nombre de la carrera	Objetivo General	Perfil de egreso	Mercado de trabajo	Duración	Número de créditos	Áreas de conocimiento	Etapas , eje o ciclos de formación
Doctorado en Ciencias Bioquímicas (UNAM)	El propósito general del plan de estudios doctoral es la formación de investigadores de la más elevada calidad académica, de nivel internacional, capaces de realizar investigación original e independiente, básica y/o aplicada en el área Bioquímica y capaces de formar recursos humanos para el desarrollo de las ciencias Bioquímicas en el país.	Un doctor en Ciencias Bioquímicas deberá poseer un conocimiento profundo de las bases científicas y tecnológicas que sustentan el campo de conocimiento de su especialidad. Será capaz de identificar y evaluar problemas de investigación básica y/o aplicada, así como de proponer estrategias para su solución. Tendrá un amplio conocimiento de los campos de estudio y de los avances más significativos en las disciplinas cercanas a su campo de conocimiento. Utilizará críticamente la información bibliográfica, así como las fuentes especializadas más importantes. Estará capacitado para proponer y organizar proyectos de investigación en su campo de conocimiento	ámbito académico e industrial, sector público y privado.	8 Semestres	0	Biotecnología y Bioingeniería de Alimentos - Bioquímica y Biología Molecular de Plantas - Bioenergética de Membranas - Bioquímica y Biología Molecular de Plantas - Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular - Estructura y Función de Proteínas - Bioquímica Clínica y Biomedicina Molecular - Ingeniería Celular y Biocatálisis - Transducción de Señales - Genética y Fisiología de Microorganismos - Microbiología Molecular - Fisiopatología Molecular	-



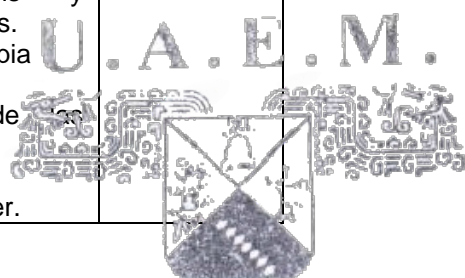
Nombre de la carrera	Objetivo General	Perfil de egreso	Mercado de trabajo	Duración	Número de créditos	Áreas de conocimiento	Etapas , eje o ciclos de formación
		sobre una base académicamente sólida realizando investigación original y de frontera en los ámbitos académico y/o industrial. Asimismo, tendrá la capacidad de participar en la formación de recursos humanos para la docencia y la investigación.				<ul style="list-style-type: none"> - Medicina Molecular y Bioprocesos - Biología del Desarrollo - Biotecnología Ambiental 	

Anexo 2 .Comparación con otros planes de estudio a nivel internacional

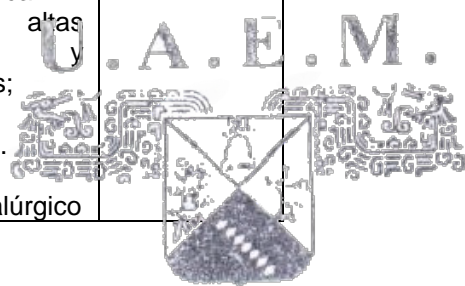
Nombre	Objetivo general	Perfil de egreso	Mercado de trabajo	Duración	Créditos	Áreas del conocimiento	Ejes formativos
Doctorado en Ciencias (UAEM)	Formar doctoras/doctores, con conocimientos avanzados en aspectos teóricos y aplicados de ciencias exactas, con habilidades de alto nivel en análisis, pensamiento crítico y ética; desarrollando un proyecto de investigación original independiente y novedoso, que culminará en la defensa de su tesis, bajo asesoría individual de una planta académica de excelencia, constituida por profesores investigadores de la UAEM y de otras instituciones prestigiosas nacionales y/o internacionales; para integrarse al sector académico o industrial de investigación e innovación, siendo más competitivos y reconocidos en su área de especialidad, o también para desempeñarse como docentes del más alto nivel.	Adquirir un conocimiento sólido y actualizado en el área en la que se prepararon en el Doctorado en Ciencias. Habilidades a) identificar y analizar problemas relevantes en su área de formación y definir las estrategias pertinentes para plantear soluciones. b) Realizar labores de investigación, docencia y divulgación de manera independiente y de alto nivel. c) Formular proyectos originales de investigación de forma independiente.	Ámbito académico e industrial, sector público y privado	8 semestres	100	Bioquímica Química Modelación Computacional y Cálculo Científico Matemáticas Física	Un eje de investigación



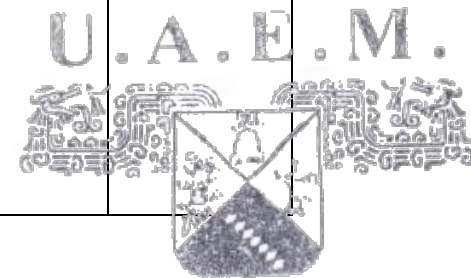
Nombre	Objetivo general	Perfil de egreso	Mercado de trabajo	Duración	Créditos	Áreas del conocimiento	Ejes formativos
		d) Incidir en la formación de recursos humanos, así como en la creación y dirección de grupos de investigación. e) Adquirir una serie de principios éticos y profesionales que les permitirán abordar los problemas con un compromiso social y ética profesional.					
Doctorado en Química Avanzada (Universidad Complutense de Madrid)	En el mismo se pretende que los alumnos que se matriculen alcancen un nivel de excelencia en la investigación, dentro de las líneas de investigación que se detallan en el apartado oportuno.	Competencias BÁSICAS CB11 - Comprensión sistemática de un campo de estudio y dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo. CB12 - Capacidad de concebir, diseñar o crear, poner en práctica y adoptar un proceso	Ámbito académico e industrial, sector público y privado	La duración de los estudios de doctorado será de un máximo de 3 años a tiempo completo y de 5 a tiempo parcial	No se requiere la superación de créditos ECTS (excepto para aquellos estudiantes que, por sus estudios de origen, deban cursar complementos formativos en aquellos	Líneas de investigación de Arqueometalurgia. Corrosión y protección de aceros, intermetálicos y aleaciones ligeras. Cromatografía analítica. Electroanálisis y (bio)sensores. Espectroscopia molecular. Dinámica de las reacciones químicas. Química laser.	Teórico y experimental



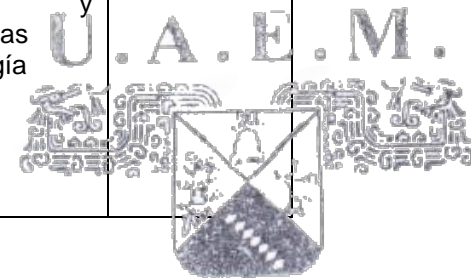
Nombre	Objetivo general	Perfil de egreso	Mercado de trabajo	Duración	Créditos	Áreas del conocimiento	Ejes formativos
		<p>sustancial de investigación o creación.</p> <p>CB13 - Capacidad para contribuir a la ampliación de las fronteras del conocimiento a través de una investigación original.</p> <p>CB14 - Capacidad de realizar un análisis crítico y de evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas.</p> <p>CB15 - Capacidad de comunicación con la comunidad académica y científica y con la sociedad en general acerca de sus ámbitos de conocimiento en los modos e idiomas de uso habitual en su comunidad científica internacional.</p>			programas que así lo exijan).	<p>Ingeniería de superficies y procesos de unión.</p> <p>Nanoquímica y nanomateriales.</p> <p>Materia blanda: polímeros, coloides, interfases y biomateriales.</p> <p>Química cuántica, modelización y simulación molecular.</p> <p>Química de Compuestos de Coordinación y Organometálicos.</p> <p>Materiales moleculares polifuncionales.</p> <p>Química del Estado Sólido. Estructura y propiedades de materiales funcionales.</p> <p>Desarrollo de nuevos materiales.</p> <p>Sensores optoquímicos.</p> <p>Termodinámica.</p> <p>Química a altas presiones y temperaturas;</p> <p>fluidos supercríticos.</p> <p>Tratamiento biohidrometalúrgico</p>	



Nombre	Objetivo general	Perfil de egreso	Mercado de trabajo	Duración	Créditos	Áreas del conocimiento	Ejes formativos
		<p>CB16 - Capacidad de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance científico, tecnológico, social, artístico o cultural dentro de una sociedad basada en el conocimiento.</p> <p>CAPACIDADES Y DESTREZAS PERSONALES</p> <p>CA01 - Desenvolverse en contextos en los que hay poca información específica.</p> <p>CA02 - Encontrar las preguntas claves que hay que responder para resolver un problema complejo.</p> <p>CA03 - Diseñar, crear, desarrollar y emprender proyectos novedosos e innovadores en su ámbito de conocimiento.</p>				<p>de minerales, efluentes y suelos. Trazas, especiación y metalómica.</p>	



Nombre	Objetivo general	Perfil de egreso	Mercado de trabajo	Duración	Créditos	Áreas del conocimiento	Ejes formativos
		CA04 - Trabajar tanto en equipo como de manera autónoma en un contexto internacional o multidisciplinar. CA05 - Integrar conocimientos, enfrentarse a la complejidad y formular juicios con información limitada. CA06 - La crítica y defensa intelectual de soluciones.					
Doctorado en Física (Universitat de Barcelona)	Los objetivos generales del programa son la formación a nivel avanzado de investigadores en los ámbitos de la física y las tecnologías avanzadas en las que se enmarcan las actividades de investigación que se desarrollan en la Facultad. En estos ámbitos se ofrece un programa de doctorado que permite formar a profesionales con competencias en investigación avanzada, incluyendo aspectos de dirección, diseño y desarrollo de la	El programa pretende dar respuesta a un amplio conjunto de titulados superiores universitarios de ámbitos científicos y de ingenierías superiores interesados en las salidas profesionales que se dan tanto en centros públicos de investigación como en	Ámbito académico e industrial, sector público y privado	3 a 5 años	No se requiere la superación de créditos ECTS.	Astronomía y Astrofísica Física Aplicada y Óptica Física de Partículas y Gravitación Materiales Electrónicos, Sensores Microsistemas y Meteorología	Teórico y experimental

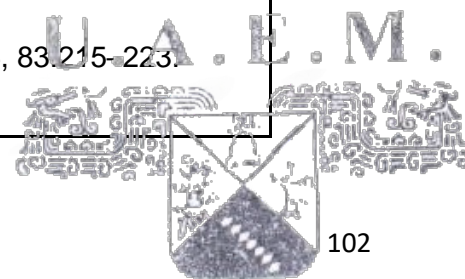


Nombre	Objetivo general	Perfil de egreso	Mercado de trabajo	Duración	Créditos	Áreas del conocimiento	Ejes formativos
	investigación, y competitiva en el ámbito internacional. electrónicos y micro tecnologías o nanotecnologías, y los sistemas de instrumentación y de comunicaciones.	empresas privadas en la investigación, en temáticas relacionadas con astrofísica, la meteorología, la física de partículas y gravitación, la física de la materia condensada, la física aplicada, la fotónica, los materiales.					



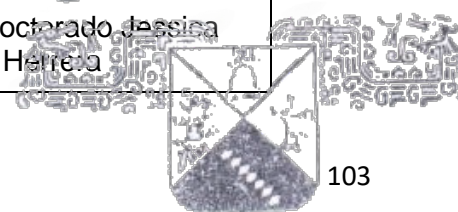
Anexo 3. Productos de las LGAC

Investigadores	LGAC	Producto
José Díaz	Física Estadística	Frontier in PHysiology, 2018, 9, 1364. doi:10.3389/fphys.2018.01364
Ramón González	Dinámica Celular	
Rodrigo Razo y Mario Fernández-Zertuche	Diseño Molecular y Química Médica	Molecules. 2018, May, 23(5): 1128.
Nina Pastor Colón	Estructura y Función de Macromoléculas	
Rodrigo Razo y Mario Fernández-Zertuche	Diseño Molecular y Química Médica	Molecules. 2018, Nov; 23(11): 2984.
Nina Pastor Colón	Estructura y Función de Macromoléculas	
Nina Pastor Colón	Estructura y Función de Macromoléculas	Chem Biol Drug Des. 2019, 00:1-20 Sep 30.
Rodrigo Razo	Diseño Molecular y Química Médica	
Nina Pastor Colón, Carlos Amero Tello y Lina Rivillas	Estructura y Función de Macromoléculas	PLoS One; 2019, 14(4): e0214882.
Ramón González	Dinámica Celular	
Rodrigo Razo y	Diseño Molecular y Química Médica	European Journal of Organic Chemistry, 2021, (34), 4790-4802.
Nina Pastor Colón	Estructura y Función de Macromoléculas	
Jaime Escalante	Diseño de materiales y nanoquímica	
Nina Pastor Colón	Estructura y Función de Macromoléculas	Frontiers in Microbiology. 10:2403
Ramon Batista	Dinámica Celular	
Nina Pastor Colón	Estructura y Función de Macromoléculas	Proteins; 2014, 83:215-223.
Sonia Dávila	Dinámica Celular	



Investigadores	LGAC	Producto
Carlos Amero Tello	Estructura y Función de Macromoléculas	Tesis de maestría
Sandra Ramírez	Dinámica Celular	
Ramón Batista	Dinámica Celular	Tesis de maestría
Nina Pastor Colón	Estructura y Función de Macromoléculas	
Ramón Batista	Dinámica Celular	Tesis de maestría
Lina Rivillas	Estructura y Función de Macromoléculas	
Carlos Amero Tello	Estructura y Función de Macromoléculas	Tesis de maestría
Ramón González	Dinámica Celular	
Ramón González	Dinámica Celular	Tesis de Doctorado
Nina Pastor Colón	Estructura y Función de Macromoléculas	
José Diaz	Física Estadística	Tesis de doctorado
Armando Hernández	Dinámica Celular	
José Diaz	Física Estadística	Comité tesis de doctorado
Ramón González	Dinámica Celular	
Ramón Batista	Dinámica Celular	Comité tesis de doctorado
Lina Rivillas	Estructura y Función de Macromoléculas	
Daniel Antonio Rivera López	Matemáticas Puras y Aplicadas	<i>Frontiers in Neurosciences</i> <u>10.3389/fnins.2019.00941</u>
Markus Mueller	Física estadística y sistemas complejos	
Joaquín Escalona	Física estadística y sistemas complejos	
Raúl Salgado García	Física estadística y sistemas complejos	Comité tesis de doctorado Jessica Morales Herrera

U.A.E.M.



Investigadores	LGAC	Producto
Daniel Antonio Rivera López	Matemáticas Puras y Aplicadas	
Alejandro Ramírez	Sistemas Cuánticos y Química Computacional	<i>Journal of Molecular Modeling</i> . 2020, 10.1007/s00894-020-04453-x
Jaime Escalante	Diseño de materiales y nanoquímica	
Minhhuy Hô	Sistemas Cuánticos y Química Computacional	
Jaime Escalante García	DMQSM	Journal of Molecular Modeling, 26(7), 191. https://doi.org/10.1007/s00894-020-04453-x
Minhhuy Hô	SCQC	
María Luisa García Betancourt	NMDP	Diam. Relat. Mater. 2021, 119, 108544 DOI: 10.1016/j.diamond.2021.108544
Mario Alfonso Murillo Tovar	QAI	
Hugo Albeiro Saldarriaga Noreña	QAI	IntechOpen, 2021. DOI: 10.5772/intechopen.98693
María Luisa García Betancourt	NMDP	
Mario Alfonso Murillo Tovar	QAI	
Jorge Antonio Guerrero Álvarez	NMDP	Molecules 2021, 26 (13), 4051 DOI: 10.3390/molecules26134051
Hugo Albeiro Saldarriaga Noreña	QAI	
Mario Alfonso Murillo Tovar	QAI	
Ismael León Rivera	DMQSM	