

Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería

Octubre - Diciembre 2022

ISSN: 2683-2607

No. 126

NÚMERO ESPECIAL
POSGRADOS DE CBS

**Especialización en
Acupuntura y Fitoterapia**

**30 años del Posgrado en
Biotecnología en la UAM**

**Maestría en Biología
de la Reproducción Animal**



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA

Revista de las divisiones de CBI y CBS



Contenido

Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería

No. 126 Octubre - Diciembre 2022

		<i>Maestría en Biología: Más de 20 años de operación exitosa</i>	42
Editorial	3	Dr. Francisco José Gutiérrez-Mendieta Dra. Laura Georgina Calva-Benítez Dra. Cecilia Leonor Jiménez-Sierra Dra. Alma Socorro Sobrino-Figueroa Dr. Pedro Luis Valverde-Padilla	
<i>Especialización en Acupuntura y Fitoterapia</i>	5		
Dr. Julio C. Almanza-Pérez Dr. José Federico Rivas-Vilchis		<i>Posgrado en Energía y Medio Ambiente</i>	50
<i>30 años del Posgrado en Biotecnología en la UAM</i>	14	Dra. Beatriz Adriana Silva Torres Dr. Enrique Barrera Calva Dra. Claudia Rojas Serna Dra. Mónica Alicia Méraz Rodríguez Dr. Antonio Zoilo Márquez García	
<i>Semblanza del Posgrado en Biología Experimental a cuarenta y tres años de su creación</i>	23	<i>El Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, de la ciencia de frontera a la investigación aplicada</i>	60
Dra. Laura Josefina Pérez Flores		Dr. Jorge I. Castañeda-Sánchez Lic. Vicente Cuauhtonal Gallegos Mez	
<i>Maestría en Biología de la Reproducción Animal</i>	33		
Dr. Gerardo Figueroa Lucero Dra. María del Rosario Tarragó Castellanos Dra. María del Socorro Imelda Retana Márquez			

Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería
en la WEB

Lea los artículos publicados en
<https://contactos.izt.uam.mx>



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA



CONACYT
ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Rector General

Dr. José Antonio de los Reyes Heredia

Secretaria General

Dra. Norma Rondero López

UNIDAD IZTAPALAPA

Rectora

Dra. Verónica Medina Bañuelos

Secretario

Dr. Juan José Ambriz García

Director de la División de Ciencias

Básicas e Ingeniería

Dr. Román Linares Romero

Director de la División de Ciencias

Biológicas y de la Salud

Dr. José Luis Gómez Olivares

Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería:

Consejo Editorial:

Dra. Verónica Medina Bañuelos

Dr. Juan José Ambriz García

Dr. Román Linares Romero

Dr. José Luis Gómez Olivares

UAM- Iztapalapa

Editora en Jefe:

M. C. Alma Edith Martínez Licona

Comité Editorial por CBS:

Dra. Edith Arenas Ríos, Dra. Laura Josefina Pérez Flores, Dr. Pedro Luis Valverde Padilla

Por CBI:

Dr. Hugo Ávila Paredes

Por la Universidad Iberoamericana:

Mtro. Adolfo G. Fink Pastrana

CONTACTOS, REVISTA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS E INGENIERÍA.

3ª Época, No. 126, Octubre - Diciembre 2022, es una publicación trimestral de la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Básicas e Ingeniería y División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Prolongación Canal de Miramontes 3855, Col. Ex-Hacienda San Juan de Dios, Alcaldía Tlalpan, C.P. 14387, México, Ciudad de México y Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1a Sección, Iztapalapa, Cd. de México. C.P. 09310, Edificio T174, Tel. 5804 – 4634 Página electrónica de la revista: <https://contactos.izt.uam.mx/> y dirección electrónica: cts@xanum.uam.mx Editora responsable MC Alma E. Martínez Licona. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título No. 04-2013- 042212044000-203, ISSN 2683-2607, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Mtra. Alma E. Martínez Licona; Unidad Iztapalapa, División de CBI y CBS; fecha de última modificación 23 de Diciembre de 2022. Tamaño del archivo 14.4 MB.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Fecha de Publicación: Octubre - Diciembre 2022.

Los artículos publicados en **Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería** son sometidos a arbitraje; para ello se requiere enviar por mail el trabajo en Word. Toda correspondencia deberá enviarse a:

Comité Editorial de **Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería**,

UAM – Iztapalapa, T – 174, Tel. 5804-4634

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186. C.P. 09310

<https://contactos.izt.uam.mx/> e-mail cts@xanum.uam.mx

Editorial

La educación superior tiene una tradición que se remonta al siglo XII, donde la principal misión de las Universidades era la docencia. Este aspecto se mantuvo a lo largo del tiempo hasta que la Universidad de Berlín, Alemania, en 1810 introdujera fuertemente y de manera oficial la investigación como uno de los quehaceres primordiales de la Institución. Este hecho fundacional de la Universidad moderna ha impactado notablemente a lo largo del tiempo, haciendo, aún más indispensable, la presencia Universitaria en la sociedad. La tercera función sustancial es la difusión de la cultura.

A prácticamente un año de que nuestra Institución cumpla sus primeros 50 años, en los Posgrados de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud (CBS), hemos hecho un análisis introspectivo y retrospectivo de la vida, los objetivos y las funciones de nuestros programas de Posgrado, que representan la base de la investigación que se realiza en nuestra división. Un alto porcentaje del trabajo de investigación es desarrollado por alumnos de posgrado: especializaciones, maestrías y doctorado. El presente número de Contactos, se presentan una serie de textos que muestran la relevancia y pertinencia que tienen nuestros posgrados, que son, más que una serie diversa de programas de docencia para la adquisición de conocimiento altamente especializado; son programas que se sustentan en dos vertientes principales: a) la generación de nuevo conocimiento que tiende a la innovación de alternativas de solución a los problemas nacionales; y b) el entrenamiento científico-técnico de alto nivel, de los nuevos investigadores que conducirán la ciencia nacional en las áreas biológicas y de la salud en el tiempo inmediato que se asoma ya en el horizonte.

La sinergia intensa entre programa de posgrado e investigación generan un núcleo único que se sustenta mutuamente. El apoyo al posgrado es el apoyo a la investigación, y en la División de CBS estamos convencidos de la alta pertinencia que tienen los programas y se responde la exigencia de la sociedad de proveer científicos de alto nivel que atiendan las necesidades del país y su población.

Dr. José Luis Gómez Olivares
Director de la División de CBS

Dr. Luis Enrique Gómez Quiroz
Coordinador de Posgrado, CBS



Información para autores

Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería, Revista dirigida a profesores y a estudiantes de estas disciplinas.

Está registrada en el índice de revistas de divulgación de Conacyt, así como en Latindex, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

Para publicar, los trabajos deberán ser originales y accesibles a un público amplio con formación media superior o universitaria pero no especializada; los temas deberán presentarse en forma clara. Cada colaboración debe incluir figuras, diagramas, ilustraciones, fotografías, etc. (otorgando el crédito correspondiente en caso de no ser original), que hagan más accesible la presentación.

Las secciones que la constituyen son:

1. Divulgación. Artículos que presentan temas científicos con enfoques novedosos y accesibles (15 cuartillas).

2. Educación científica. Enfoques originales en la enseñanza de temas particulares (15 cuartillas).

3. Artículos especializados. Reportes breves de investigación, relacionados con una problemática concreta (15 cuartillas).

4. Crónicas. Historia y desarrollo de conceptos científicos, así como teorías alternativas (15 cuartillas).

5. Divertimentos. Juegos y acertijos intelectuales (5 cuartillas).

6. Noticias breves. Información de actualidad en el mundo de la ciencia (4 cuartillas).

7. Los laureles de olivo. Los absurdos de la vida cotidiana y académica (4 cuartillas).

En todos los casos se debe incluir los nombres completos de los autores con su adscripción, dirección, teléfono y dirección de correo electrónico.

Normas

Las colaboraciones a las secciones 1 a 4 deberán ajustarse a las siguientes normas:

1. Resumen escrito en español e inglés.
2. 4 palabras clave en español e inglés.
3. Cuando se incluya una abreviatura debe explicarse por una sola vez en la forma siguiente: Organización de los Estados Americanos (OEA). . .
4. Cuando se utilice un nombre técnico o una palabra característica de una disciplina científica deberá aclararse su significado de la manera más sencilla posible.

5. Las citas textuales deberán ir de acuerdo al siguiente ejemplo: En cuanto la publicación del placebo se asevera que “el efecto placebo desapareció cuando los comportamientos se estudiaron en esta forma” (Núñez, 1982, p.126).

6. Las referencias (no más de 10) se marcarán de acuerdo al siguiente ejemplo: Sin embargo, ese no es el punto de vista de la Escuela de Copenhague (Heisenberg, 1958), que insiste en. . .

7. Al final del artículo se citarán las referencias por orden alfabético de autores. Pueden añadirse lecturas recomendadas (no más de 5).

8. Cada referencia a un artículo debe justarse al siguiente formato: Szabadváy, F. y Oesper, E., Development of the pH concept, J. Chem. Educ, 41 [2], pp.105 -107, 1964.

9. Cada referencia a un libro se ajustará al siguiente formato: Heisenberg, W., Physics and Philosophy. The Revolution in Modern Science, Harper Torchbook, Nueva York, pp.44-58, 1958. 10. Para páginas electrónicas: dirección (fecha de acceso).

11. Los títulos de reportes, memorias, etcétera, deben ir subrayados o en itálicas.

Envío y características del artículo

El envío del artículo deberá ser en archivo electrónico, en Word, tipo de letra Times New Roman, tamaño 12 con interlineado sencillo y uso de editor de ecuaciones.

En el caso de ilustraciones por computadora (BMP, JPG, TIFF, etc.) envíelos en archivos por separado. El material es recibido en:

Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería.

UAM – Iztapalapa, T-174,

Información: cts@xanum.uam.mx,

tel. 5804-4634

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186.

C.P. 09310

Arbitraje

El Comité utiliza un sistema de arbitraje anónimo que requiere un mes. Se entiende que los autores no han enviado su artículo a otra revista y que dispondrán de un plazo máximo de un mes para incorporar las observaciones de los árbitros.

La decisión final de publicar un artículo es responsabilidad exclusiva del Comité Editorial.

Especialización en Acupuntura y Fitoterapia

Dr. Julio C. Almanza-Pérez
Dr. José Federico Rivas-Vilchis
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa

Resumen

En las últimas tres décadas se ha incrementado en países occidentales la utilización, la enseñanza y la regulación estatal de diversas terapéuticas basadas en medicinas complementarias. La Unidad Iztapalapa de la UAM a través de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud inicia en el año 1999 la operación de un posgrado médico denominado Especialización en Acupuntura y Fitoterapia (EAYF) con el fin de formar recursos humanos en la utilización clínica de dos terapéuticas, acupuntura y técnicas afines y fitoterapia; así como realizar investigación básica y aplicada en estas áreas de conocimiento. Dado que la corriente dominante en la enseñanza de la acupuntura y fitoterapia se basa en teorías de la medicina tradicional china consideramos fundamental que el enfoque epistemológico de la EAYF permita las condiciones necesarias para que los alumnos distingan creencias de conocimiento y saberes tradicionales de conocimiento científico. Además, lograr que los alumnos médicos del posgrado utilicen herramientas gnoseológicas para comprender las bases fisiológicas y terapéuticas de la acupuntura y la fitoterapia de manera crítica, cauta y cuestionadora. El enfoque de la EAYF requiere del empleo de dos corrientes teóricas que son la medicina basada en evidencias y el aprendizaje basado en problemas, que permite a los alumnos discernir entre conocimiento empírico y no sistematizado de la información proveniente de ensayos clínicos aleatorizados e investigaciones básicas siguiendo la metodología experimental apropiada.

Palabras clave: educación médica, acupuntura, fitoterapia, medicina basada en evidencia.

Abstract

In the last three decades, Western countries have increased the use, teaching, and state regulation of various therapies based on complementary medicines. The Iztapalapa Unit of the UAM, through the Division of Biological and Health Sciences, began in 1999 with the operation of a postgraduate medical course called Specialization in Acupuncture and Phytotherapy (EAYF) to train human resources in the clinical use of two therapeutic ones acupuncture and related techniques and phytotherapy; as well as carry out basic and applied research in these areas of knowledge. Given that the dominant current in the teaching of acupuncture and phytotherapy is based on theories of traditional Chinese medicine, we consider it essential that the epistemological approach of EAYF allows the necessary conditions for students to distinguish beliefs from facts and traditional knowledge from scientific knowledge. In addition, to ensure that postgraduate medical students use epistemological tools to understand the physiological and therapeutic bases of acupuncture and phytotherapy in a critical, cautious, and questioning manner. The epistemological approach of the EAYF requires using two theoretical currents evidence-based medicine and problem-based learning, that allows students to discern between non-systematized empirical knowledge and information from randomized clinical trials and basic research following the appropriate experimental methodology.

Keywords: medical education, acupuncture, phytotherapy, evidence-based medicine.

Fundación

El programa de posgrado: Especialización en Acupuntura y Fitoterapia (EAYF) inició sus actividades en el trimestre de otoño de 1999 en la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Unidad Iztapalapa de la UAM. Este posgrado responde a diversas necesidades nacionales e institucionales y se enmarca en el contexto del uso creciente de estas prácticas terapéuticas.

Desarrollo y políticas sobre medicina complementaria

Si bien, la medicina tradicional china (MTC) se practica extensamente en poblaciones asiáticas como China, Hong Kong, Taiwán y Singapur; en las últimas décadas muchos países no asiáticos también han reconocido el enorme potencial terapéutico de las terapéuticas tradicionales y aprovechan de manera intensa los beneficios de estas prácticas médicas. En las últimas tres décadas diversos países occidentales como Alemania, EUA, Australia entre otros iniciaron la aplicación en los servicios de salud públicos y privados de diversas terapéuticas de la medicina tradicional oriental. Según los datos de la segunda encuesta mundial TRM de la OMS a principios de la segunda década de este siglo, el 80 % de los 129 estados miembros aceptan el uso de la acupuntura como modalidad de tratamiento (Burton et al., 2015). En la mayoría de estos países, los médicos que son capacitados en acupuntura y plantas medicinales administran estos tratamientos siguiendo los preceptos de la práctica tradicional china (Melchart et al., 1999).

A pesar del creciente uso de la MTC y el interés mundial en sus beneficios terapéuticos, el problema fundamental que di-

ficulta su aceptación por parte de la comunidad médica occidental y su integración en la atención médica convencional sigue siendo la falta de evidencia suficiente desde la perspectiva de la medicina basada en evidencias (MBE). En el sistema de MBE, los ensayos controlados y aleatorizados (ECA), así como las revisiones sistemáticas de éstos, son el estándar de oro para lograr el nivel más alto de evidencia. Es un tema de debate vigente, analizando si el modelo de MBE se puede aplicar a la medicina tradicional china y otras medicinas tradicionales.

Fitoterapia. Las plantas medicinales se han empleado durante centurias; sin embargo, la investigación básica sobre las plantas medicinales para caracterizar sus múltiples constituyentes, aislar los componentes activos y probar sus actividades farmacológicas en la búsqueda del descubrimiento de nuevos fármacos es un fenómeno relativamente reciente. A pesar de que hoy en día se cuenta con un buen número de investigaciones científicas básicas que demuestran la efectividad de las plantas o los principios activos de las mismas, aún se tienen pocos ensayos clínicos que aborden tanto su efectividad como su seguridad.

Enfoque epistemológico de la EAYF

La MTC evolucionó como un sistema de práctica médica en China hace más de 2,000 años. Esta medicina preconiza un enfoque holístico para tratar al individuo con terapéuticas basadas en teorías médicas que derivan de conceptos filosóficos como el principio *Yin-Yang* y los *cinco elementos*; además de conceptos médicos empíricos como el sistema de vísceras (*Zang-fu*), *energía vital (Qi)* y el *sistema de canales o meridianos* (Fung y Linn,

2015). De esta manera, la corriente dominante mundial en la enseñanza de la acupuntura y disciplinas terapéuticas afines se basa en las teorías y saberes de la MTC. De esta manera, en nuestro posgrado universitario fue relevante establecer las condiciones necesarias para distinguir creencias de conocimiento y los alumnos puedan diferenciar saberes tradicionales de saberes científicos. Además, orientar a que los alumnos médicos del posgrado utilicen las bases fisiológicas y terapéuticas de la acupuntura y la fitoterapia de manera crítica, cauta y cuestionadora. Un enfoque epistemológico apropiado permite a los alumnos discernir entre saberes de las medicinas tradicionales y la información proveniente de ensayos clínicos aleatorizados e investigaciones básicas, siguiendo una metodología experimental apropiada. Este enfoque epistemológico de la EAYF requiere de dos supuestos, que son; el *aprendizaje basado en problemas* y la *medicina basada en evidencias*.

Aprendizaje basado en problemas. Barrows y Tamblyn introdujeron por primera vez el método de enseñanza de *aprendizaje basado en problemas* (ABP) en la Universidad McMaster en 1969. Desde entonces, este método se ha convertido en un modelo popular para la educación médica en todo el mundo. Hay cinco categorías clave del ABP; aprendizaje cooperativo, autodeterminación, procesamiento de información, resolución de problemas y aprendizaje contextual (Barrows, 1996). El uso del ABP, además de la colaboración educativa en el lugar de trabajo y el aprendizaje médico interdisciplinario, se ha extendido más allá del ámbito tradicional de la educación en medicina clínica hacia áreas relacionadas, como las ciencias de la salud y la ingeniería biomédica.

Otro campo de la medicina que adoptó el ABP es la educación en acupuntura clínica. El ABP es una herramienta adecuada para la enseñanza de las situaciones clínicas donde se aplica la acupuntura. Además, a diferencia de la educación en acupuntura clínica convencional y los métodos de capacitación en habilidades clínicas, el ABP es un enfoque de enseñanza centrado en el alumno, quien desarrolla habilidades de razonamiento clínico e identifica sus necesidades de aprendizaje en una discusión grupal interactiva en el aula y en la Clínica de Acupuntura. Hay muchas ventajas en la integración del ABP utilizando escenarios de casos clínicos en la educación en acupuntura y la capacitación en habilidades clínicas. En el caso de nuestro posgrado en la Unidad Iztapalapa, los alumnos aprenden el tema experimentando un caso clínico y discutiéndolo en grupo, bajo la guía de un profesor, actuando en la Clínica de Acupuntura.

Medicina basada en evidencia. La medicina basada en la evidencia (MBE) se define como “el uso concienzudo, explícito y juicioso de la mejor evidencia actual para tomar decisiones sobre el cuidado de pacientes individuales”. La práctica de la MBE significa integrar la experiencia clínica individual con la mejor evidencia clínica externa derivada de la investigación sistemática. En poco más de dos décadas desde su primera introducción, el movimiento MBE ha creado un cambio de paradigma para convertirse en el estándar de la práctica médica moderna, elevándola a un nivel superior y con mayor precisión, eficacia y seguridad (Sackett et al, 1996).

Pertinencia del programa EAYF de la Unidad Iztapalapa

Marco internacional. México se ha adhe-

rido a las resoluciones de la Organización Mundial de la Salud, en el sentido de utilizar cualquier forma de atención y sistemas médicos, incluida la medicina tradicional y complementaria, con el propósito de optimizar la atención médica de la población. En este sentido, la Secretaría de Salud de México elaboró una norma oficial mexicana (NOM) hacia el final de la última década del siglo pasado relacionada con la aplicación de la acupuntura en seres humanos, de la cual la actualización más reciente esta vigente hasta el 29 de noviembre del 2022 y se denomina: *NOM-017-SSA3-2012, Regulación de servicios de salud. Para la práctica de la acupuntura humana y métodos relacionados*. En esta NOM se define a la acupuntura, como un “método clínico-terapéutico no medicamentoso, que consiste en la inserción de agujas metálicas esterilizadas de cuerpo sólido en puntos específicos, sobre la superficie del cuerpo humano” y la incorpora como una terapéutica médica legal en México.

Como una de las modalidades de curación más populares en la MTC, la acupuntura se introdujo por primera vez en Brasil en las primeras décadas del siglo XX y rápidamente atrajo la atención de los médicos, la mayoría de ellos con formación en medicina ortodoxa. Después de años de esfuerzo de enseñanza y práctica, la acupuntura médica fue reconocida como especialidad médica en Brasil, en 1995 (Amadera et al, 2010; da Silva et al., 2013).

Pertinencia institucional

Este programa de posgrado se opera en la División de Ciencias Biológicas y de la Salud (DCBS) de la Unidad Iztapalapa como parte de una estrategia institucional para

desarrollar un campo de conocimiento en medicinas complementarias. En el programa participan profesores de dos departamentos de la DCBS: Departamento de Ciencias de la Salud y Departamento de Biología de la Reproducción. El surgimiento de esta especialidad fue posible gracias al diseño institucional de la UAM que propicia el desarrollo de programas en campos de conocimiento emergentes. Asociado a las prácticas médicas de esta especialización se puso en operación la Clínica de Acupuntura como espacio de servicio que vincula a la Unidad Iztapalapa con su entorno social.

Es de resaltar la fortaleza primordial del posgrado como la única oferta educativa nacional que conjunta el empleo médico de la acupuntura y fitoterapia. Este programa permite a los médicos egresados la obtención de una cédula profesional de especialistas en un área poco profesionalizada en nuestro país. El posgrado EAYF es el único en países, no orientales, que contempla en un mismo programa el aprendizaje de la acupuntura y la fitoterapia, con un énfasis importante no solo en la formación clínica, sino en el desarrollo de la investigación y generación de conocimiento en estas disciplinas.

Orientación del programa

Este programa tiene como propósito la formación de recursos humanos médicos dirigidos a la solución de los problemas de salud más relevantes en México. Los médicos egresados son capaces de emplear las terapéuticas basadas en acupuntura y fitomedicamentos; en particular, en aquellos problemas de salud que tienen como componentes principales trastornos de los sistemas neuromusculares, disfunciones neurovegetativas y alteraciones

inflamatorias y dolorosas. Por otra parte, la formación de este tipo de especialistas permite generar una corriente de opinión que favorezca la utilización de este tipo de terapéuticas en instituciones de salud públicas y privadas.

Además, el programa de EAYF cumple con diversos propósitos como; ofrecer un campo de acción disciplinario para el desarrollo de investigaciones, difusión del conocimiento y servicios de salud y participar en la formación de recursos humanos en el campo de la medicina complementaria, en el cual nuestro país carece de profesionales médicos en número suficiente.

En ese sentido se establece que los egresados cuenten con los elementos teóricos, metodológicos y prácticos para:

- a) Realizar un diagnóstico médico que defina con claridad la pertinencia del empleo de terapéuticas complementarias,
- b) Aplicar acupuntura y fitoterapia dentro del conjunto de terapéuticas médicas empleadas en el primer nivel de atención,
- c) Proponer y desarrollar proyectos de investigación en acupuntura y fitoterapia.
- d) Participar en la difusión de los conocimientos de las terapéuticas complementarias.
- e) Participar de manera informada en la discusión de la utilización del empleo de medicina complementaria en los sistemas nacionales de salud.

Características de los aspirantes.

La mayoría de los médicos que ingresan a este programa se dedican fundamentalmente a la práctica médica general y no cuentan con especialidad médica o grados académicos superiores a licen-

ciatura. De esta manera se pretende que el egresado de este posgrado pueda: a) insertarse en servicios clínicos en el primer nivel de atención médica, conocido como medicina de primer contacto o atención médica general y b) realizar investigación biomédica en el área de las medicinas complementarias.

Estructura general del programa

El plan de estudios consta de tres líneas fundamentales de conocimiento y praxis: 1) método científico aplicado a la investigación básica, clínica y la práctica de la MBE, 2) principios teóricos y metodológicos de la acupuntura médica y experimental y 3) fitoterapia médica y experimental.

Desafíos y perspectivas

Muchos problemas relacionados con la eficacia y la seguridad del uso de la MTC en la sociedad moderna siguen sin resolverse y esto impide que los beneficios potenciales de la MTC se aprovechen de forma segura y eficaz. La aplicación de la MBE a la MTC es vital para que la práctica tradicional se convierta en un componente integral del sistema de salud. Este es un paso necesario cuando se explora la MTC como opciones de tratamiento rentables para ayudar a abordar problemas de atención médica como enfermedades funcionales, enfermedades crónicas en poblaciones que envejecen y costos crecientes de atención médica.

Sin embargo, la MBE no debe imponerse rígidamente a la MTC, sino adaptarse con flexibilidad, teniendo en cuenta las características únicas de la práctica de la MTC. Como se recomienda en una revisión de Tang (2006), una perspectiva pragmática hacia la investigación de la MTC mediante la adopción de un enfoque basado

en la eficacia en lugar de la visión convencional fundada en mecanismos puede ser más aplicable a la MTC. Este enfoque comienza con la evaluación de la seguridad y la eficacia en humanos mediante ECA, a partir de los cuales se identifican intervenciones eficaces antes de emprender estudios sobre mecanismos y sustancias activas. Esto evitaría la investigación básica innecesaria sobre intervenciones ineficaces y canalizaría mejor los recursos para seguir estudiando tratamientos beneficiosos (Tang, 2006).

Con el avance de la tecnología y las herramientas de investigación, es esencial un esfuerzo continuo en la realización de investigaciones rigurosas sobre las toxicidades y la evaluación de potenciales interacciones entre las plantas medicinales y los medicamentos convencionales, así como la correlación de los hallazgos de laboratorio con las observaciones clínicas. Esto proporciona nuevos conocimientos sobre los fitomedicamentos, y con ello, utilizar las plantas medicinales de una manera racional y segura en el entorno clínico moderno. El estricto control de calidad en la fabricación de fitomedicamentos y la vigilancia activa de la seguridad para detectar eventos adversos son cruciales para salvaguardar los riesgos a los que están expuestos los usuarios de productos farmacéuticos complementarios.

Otro desafío es la dificultad de crear placebos apropiados en las investigaciones experimentales y clínicas de la acupuntura y la fitoterapia. No obstante que es factible crear placebos para cápsulas, píldoras y tabletas, es técnicamente un desafío crear un placebo indistinguible para una formulación de múltiples hierbas en forma de decocción. Además de la medici-

na donde se emplean fitomedicamentos, diseñar un placebo adecuado para los ensayos de acupuntura es otro desafío, aunque los investigadores han ideado varias medidas de control, como controles inertes sin acupuntura, acupuntura-placebo, acupuntura-simulada, acupuntura real con un tratamiento placebo, controles en lista de espera, controles de atención estándar y comparaciones de cuidados complementarios (Shea, 2006). Otra dificultad importante, es la inclusión en un estudio de pacientes caracterizados por la presencia de síndromes tradicionales (Berle et al., 2011).

Conclusión

Un programa de posgrado con formación de recursos humanos médicos en el campo de la medicina complementaria contribuye al equilibrio de saberes y áreas de conocimiento en la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Unidad Iztapalapa, y permite cumplir con una orientación del quehacer de nuestra universidad en contribuir al impulso de campos de conocimiento emergentes.

Referencias

- Amadera, J.E., Pai, H.J., Hsing, W.T., Teixeira, M.Z., Martins, M.A., Lin, C.A. The teaching of acupuncture in the University of São Paulo School of Medicine, Brazil. *Rev Assoc Med Bras*, 56, pp. 458-61, 1992.
- da Silva J.B., Saidah R., Megid C.B., Ramos N.A. Teaching acupuncture to medical students: the experience of Rio Preto Medical School (FAMERP), *Brazil Acupunct Med*, 3, pp. 305-308, 2013
- Berle, C., Cobbin, D., Smith, N., Zaslawski C. An innovative method to accommodate

Chinese medicine pattern diagnosis within the framework of evidence-based medical research. *Chinese J Integrative Med*, 17, pp. 824–833, 2011.

Barrows, H.S. Problem based learning in medicine and beyond: A brief overview. New directions for teaching and learning, 1996, pp. 3-12, 1996

Burton, A., Smith, M., y Falkenberg, T. Building WHO's global strategy for traditional medicine. *Eur J Integrative Med*, 7, pp. 13-15, 2015.

Fung, F.Y., Linn, Y.C. Developing traditional chinese medicine in the era of evidence-based medicine: current evidences and challenges. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015, pp. 425037, 2015.

Ijaz, N., Boon, H. Statutory Regulation of Traditional Medicine Practitioners and Practices: The Need for Distinct Policy Making Guidelines. *J Altern Complement Med*, 24, pp. 307-313, 2018.

Kim, Y.J. Observational Application Comparing Problem-Based Learning with the Conventional Teaching Method for Clinical Acupuncture Education. *Evid Based Complement Alternat Med*, 18, pp. 2102304, 2019.

Melchart, D., Linde, K., Weidenhammer, W., Hager, S., Liao, J., Bauer, R., Wagner, H. Use of traditional drugs in a hospital of Chinese medicine in Germany. *Pharmacoevidemiol Drug Saf*, 8, pp. 115-120, 1999.

Sackett D. L., Rosenberg W. M. C., Gray J. A. M., Haynes R. B., Richardson W. S. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *Br Med J*, 312, pp.71–72, 1996

Shea, J.L. Applying evidence-based medicine to traditional Chinese medicine: debate and strategy. *J Alternative Complementary Med*, 12, pp. 255–263, 2006.

Tang, J.L. Research priorities in traditional Chinese medicine. *Br Med J*, 333, pp. 391–394, 2006.

Especialización en Acupuntura y Fitoterapia

Mapa curricular

Trimestres										
I.	Anatomofisiología de la acupuntura	Neurofisiología	Método clínico y Medicina basada en evidencia							
II.	Integración Psiconeuroendocrinología	Neurofarmacología	Modelos experimentales en Acupuntura y Fitoterapia							
III.	Acupuntura I	Fitofarmacología	<table><tr><td>Horas teoría</td><td>51</td></tr><tr><td>Horas práctica</td><td>69</td></tr><tr><td>Créditos</td><td>181</td></tr></table>		Horas teoría	51	Horas práctica	69	Créditos	181
Horas teoría	51									
Horas práctica	69									
Créditos	181									
IV.	Acupuntura II	Fitomedicamentos								
V.	Acupuntura III	Fitoterapia clínica	Trabajo de investigación I	Seminario de Investigación I						
VI.	Practica clínica avanzada	Bioestadística Clínica	Trabajo de investigación I	Seminario de Investigación I						
Morfología y fisiopatología		Investigación experimental y clínica	Fitoterapia	Acupuntura						

30 años del Posgrado en Biotecnología en la UAM



Dr. Octavio Loera Corral
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa

1.- Historia

La biotecnología ha estado en la civilización desde sus orígenes, primero de manera empírica en la obtención de alimentos y bebidas fermentadas que se preservaban por más tiempo, incluso algunas se identificaban con una condición más saludable entre la población. Más tarde, gracias al método científico, inició el desarrollo de las contribuciones científicas y tecnológicas que aún nos ayudan con los retos que enfrentamos: alimentos saludables, rescate de zonas alteradas por la actividad agroindustrial, contaminación ambiental, cambio climático, epidemias, medicamentos nuevos, etc. Todo eso es biotecnología: el uso y manipulación de organismos vivos, o parte de sus moléculas, para desarrollar bienes y servicios con los que se enfrentan estos desafíos.

El posgrado en Biotecnología de la UAM cumplió recientemente 30 años, actualmente tiene 3 niveles: especialización (1 año), maestría (2 años) y doctorado (4 años). Inició sólo como maestría a finales del 1991, y desde entonces se han graduado 411 maestros. Posteriormente se aprobó el doctorado en Biotecnología cuya primera generación comenzó en 1997, con la participación de profesores del Departamento de Biotecnología, todos ellos siendo integrantes del Núcleo Académico Básico (NAB). Así, el doctorado es parte del posgrado integrado en Biotecnología y hasta ahora se han graduado cerca de 280 doctores. En el caso de la especialización en Biotecnología, éste es el nivel más reciente y ahora tiene sólo 17 alumnos con el estatus de activo, se trata de un programa de 3 trimestres con un esquema eminentemente experimental. Este nivel fue el más afectado por la pandemia por COVID19, ya que se interrumpió el avance de los alumnos

dificultando su graduación, de hecho, hasta este 2022 se abrió el primer ingreso a la especialización después de 2 años.

Este posgrado ha formado nuevos grupos de investigación con repercusión social a través de la difusión y transferencia del conocimiento, abarcando cada una de las 6 Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) que se desarrollan e interaccionan entre ellas. Las temáticas generales se enlistan a continuación, incluyendo el número de profesores de tiempo completo que se muestra entre paréntesis para cada línea:

- **BIOTECNOLOGÍA DE ALIMENTOS (4):** Se desarrollan productos de valor agregado a partir de fermentaciones lácticas, enzimología aplicada a los alimentos, tecnología de levaduras. Desarrollo de la bioquímica, fisiología y tecnología postcosecha de frutas y productos vegetales frescos.
- **BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL (6):** Incidencia en tratamiento de aguas y suelos contaminados por la actividad industrial y deterioro ambiental. Estudios de adaptación de lodos anaerobios, modelamiento y control de la digestión anaerobia, manejo de los ciclos de azufre y nitrógeno, así como el tratamiento de aguas residuales. Se consideran la evaluación y remediación biótica de suelos contaminados, aumento de la biodisponibilidad de los contaminantes y la evaluación de técnicas para mejorar todos estos tratamientos.
- **BIOLOGÍA MOLECULAR DE MICROORGANISMOS INDUSTRIALES (5):** Mejoramiento de cepas microbianas para producir moléculas o biomasa

con valor agregado por sus actividades biológicas. Desarrollo de vectores moleculares de ADN para hongos y actinomicetos, con aplicación en estos procesos y en la degradación de compuestos recalcitrantes.

- **FERMENTACIONES MICROBIANAS (7):** Estudios de la regulación y modelamiento del crecimiento y biosíntesis de microorganismos en medios líquidos y sólidos. Producción y separación de enzimas, metabolitos, esporas y biomasa para aplicaciones biotecnológicas. Ingeniería y control de reactores de fermentaciones en medio sólido, a partir de residuos agroindustriales.
- **BIOQUÍMICA DE MACROMOLÉCULAS (5):** Análisis y aplicación de las propiedades nutraceuticas, funcionales y sensoriales de alimentos y bebidas, así como de subproductos agroindustriales. Desarrollo de productos alimenticios, bebidas fermentadas y técnicas de purificación de moléculas de interés biotecnológico.
- **PRODUCTOS NATURALES (4):** Desarrollo y producción de metabolitos con actividad biológica, micropropagación de plantas de interés económico o en peligro de extinción, para su aprovechamiento sustentable. Revalorización de productos naturales de bajo aprovechamiento. Estudio de los sistemas dispersos de alimentos (emulsiones y biopelículas).

Los investigadores responsables de estos proyectos constituyen el NAB, que incluye a 31 profesores de tiempo completo, todos están comprometidos con la docencia (en licenciatura y posgrado), investigación y

difusión del conocimiento. Los profesores responsables de proyectos tienen colaboración con instituciones de educación e investigación, así como con instancias del sector público y privado.

En cuanto a los niveles de reconocimiento avalados por el CONACYT, la maestría mantiene el nivel de Consolidado y ratificado en la última evaluación (2020) del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT. Ahora el PNPC ha migrado al Sistema Nacional de Posgrados (SNP), pero se reconocen los niveles de los posgrados recientemente evaluados. El doctorado conserva el nivel de Competencia Internacional, el nivel más alto dentro de los posgrados con reconocimiento en el PNPC, ratificado en el 2021 por 5 años más. Lo anterior se basa en la productividad y calidad de la investigación que se realiza, el grado de habilitación de los profesores (todos pertenecen al SNI como lo muestra la Fig 1.), así como en la eficiencia terminal de las últimas generaciones, usualmente los 5 años previos a la evaluación.

En este periodo de contingencia por la pandemia de COVID19 se han pospuesto las convocatorias para la especialización (son en promedio 2 ingresos por año), por lo que no ha habido ingreso, además de que se interrumpieron las tesis de los alumnos inscritos desde antes del cierre por la contingencia sanitaria. Todo lo anterior repercutió negativamente en la eficiencia terminal de este programa como se mencionó anteriormente. Sin embargo, de acuerdo a la previsión más favorable para la operación de la Universidad, se está incrementando el acceso controlado en todas las instalaciones, con el fin de sacar adelante a los alumnos

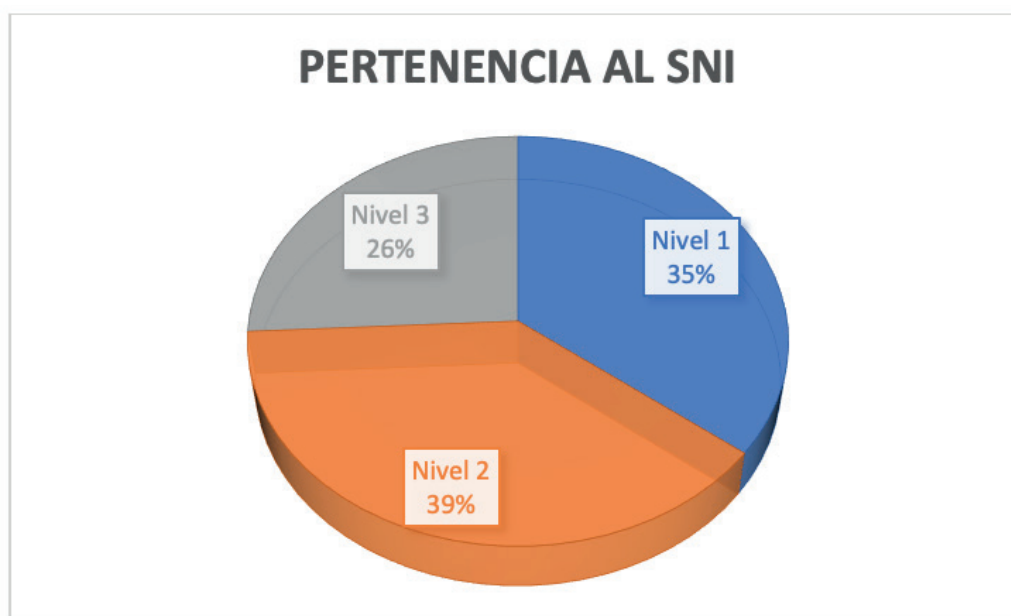


Fig. 1. Porcentaje de profesores que pertenecen a cada nivel del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) dentro del núcleo básico del posgrado en Biotecnología.

rezagados de la especialización, recuperando el ritmo normal a partir del 2023.

El posgrado en sus 3 niveles opera mediante la Comisión Académica del Posgrado en Biotecnología, integrada por el Coordinador del Posgrado, quien la preside, así como 7 profesores más de todas las líneas de investigación, cada uno de ellos se reemplaza por otro integrante cada 4 años. Entre otras responsabilidades, esta Comisión organiza los procesos de admisión, realiza el seguimiento de los alumnos hasta su egreso, actualiza los planes y programas de estudio, así como actividades de difusión a lo largo del año. La última actualización del Plan de Estudios del Posgrado, que incluye a los niveles de maestría y doctorado, se aprobó en la sesión 501 (febrero de 2022) del Colegio Académico de la UAM, máxima instancia dentro de la Universidad. Mientras que la Comisión trabaja actualmente en el Plan de Estudios de la Es-

pecialización, se espera que las modificaciones entren en vigor el próximo año.

2.- Nuestros Egresados

De acuerdo al **Estudio sobre la ubicación y trayectoria profesional de los egresados del Doctorado en Biotecnología más reciente** (2021), a cargo del Departamento de Egresados y Bolsa de Trabajo de la UAM, la mayoría de los egresados (80%) trabaja en áreas afines al posgrado, con énfasis en las líneas de investigación que fueron parte de sus tesis. Además, este estudio confirma que gran parte de los egresados ha mantenido los vínculos con este posgrado, como se observa en el recambio generacional paulatino en los comités de asesores, sinodales de exámenes predoctorales y de grado, en donde participan nuestros propios egresados, fortaleciendo la creación de redes de colaboración.

El 60% de los egresados del doctorado pertenece al Sistema Nacional de Investigado-



Fig. 2. Pertenencia del Sistema Nacional de Investigadores entre los egresados del Doctorado en Biotecnología, tomado del Estudio sobre la ubicación y trayectoria profesional de los egresados del Doctorado en Biotecnología más reciente (2021), a cargo del Departamento de Egresados y Bolsa de Trabajo de la UAM.

res (SNI), mientras que los egresados más recientes participarán en convocatorias próximas del SNI, gracias a sus aportes en la generación de conocimiento de frontera para la solución de problemas prioritarios (Fig. 2), tanto en el contexto local y regional, por su lugar de residencia. Además de la formación de recursos humanos y las actividades de retribución social, la pertenencia al SNI se basa en la publicación de artículos científicos en revistas de alto impacto, en las que los egresados del posgrado participen como investigadores independientes.

La trayectoria de los egresados es acorde a los objetivos académicos del posgrado, basados en la formación de investigadores críticos e independientes de alto nivel académico capaces de generar y aportar nuevos conocimientos científicos y técnicos en el campo de la Biotecnología. De hecho, esto se relaciona con la satisfacción de los egresados del pos-

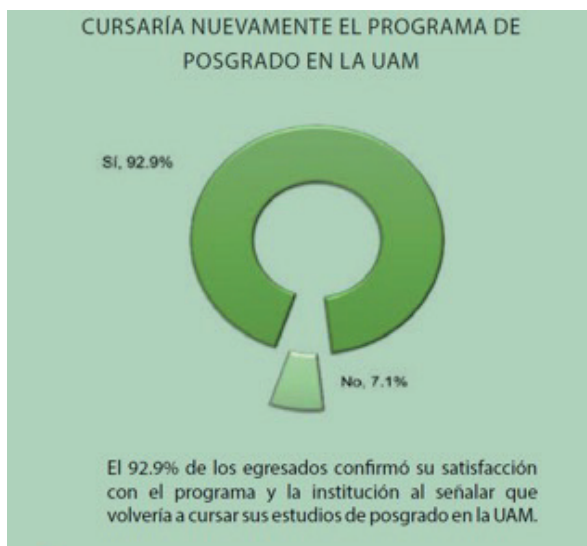


Fig. 3. Nivel de satisfacción entre los egresados con el Doctorado en Biotecnología, según el Estudio sobre la ubicación y trayectoria profesional de los egresados del Doctorado en Biotecnología más reciente (abril 2021), a cargo del Departamento de Egresados y Bolsa de Trabajo de la UAM.



Fig. 4. Lugar de residencia de los egresados con el Doctorado en Biotecnología, según el Estudio sobre la ubicación y trayectoria profesional de los egresados del Doctorado en Biotecnología más reciente (abril 2021), a cargo del Departamento de Egresados y Bolsa de Trabajo de la UAM.

En cuanto al lugar de residencia según el Estudio sobre la ubicación y trayectoria profesional de los egresados del posgrado en Biotecnología, la mitad de los egresados vive y trabaja en otro Estado de la República Mexicana, fuera de la Ciudad de México, lo que muestra la movilidad y dispersión de personal con grado alto de habilitación en todo el país, siendo una de las mayores contribuciones sociales del posgrado en Biotecnología (Fig. 4).

La mitad de los egresados del doctorado tardó menos de 6 meses en encontrar un trabajo y para el 86% la situación laboral mejoró con respecto a un trabajo previo. La mayoría es personal docente y de investigación en Instituciones de Educación Superior públicas y privadas en todo el país, pero hay egresados que trabajan en la iniciativa privada en empresas agrícolas, de alimentos, de bebidas procesadas, industria química, far-

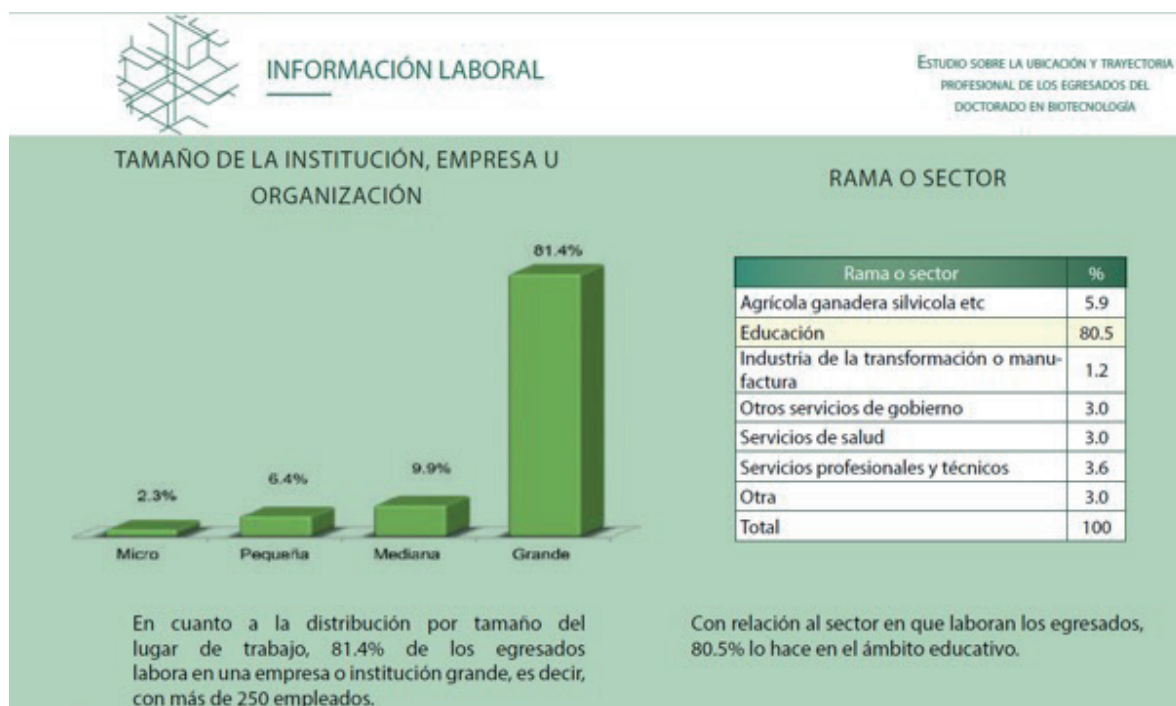


Fig. 5. Tipo de organización y sector donde laboran los egresados con el Doctorado en Biotecnología, según el Estudio sobre la ubicación y trayectoria profesional de los egresados del Doctorado en Biotecnología más reciente (abril 2021), a cargo del Departamento de Egresados y Bolsa de Trabajo de la UAM.

macéutica, medicina, así como en varias consultoras (Fig. 5).

3.- Del posgrado a la sociedad

En el posgrado en Biotecnología se procura el vínculo entre los egresados, por ejemplo, con su participación en exámenes de ingreso, predoctorales, o finales para obtener el grado. También hay un seminario anual con presencia de egresados de nuestro doctorado, se trata de las ceremonias del Premio Christopher Augur, organizadas por la Comisión Académica del Posgrado en Biotecnología, autoridades de la UAM, así como por el Institut de Recherche pour le Développement (IRD, con sede en México). Ahí se reconoce al egresado(a) del año anterior que se haya graduado en menos de 4.5

años, cuyo artículo de investigación se haya publicado en la revista con el mayor factor de impacto entre esa generación de egresados. La lista completa de los ganadores y las reseñas de este premio se puede consultar en: <https://www.imbe.fr/a-la-uam-iztapalapa-mexico-df.html?lang=fr>. Además, en el canal de YouTube del posgrado están las ceremonias de premiación correspondientes a los 3 últimos años (2020 a 2022), todas ellas se han transmitido en vivo por el mismo canal. (https://www.youtube.com/channel/UCUxhxAm_kUbTX7l_UYS7v-QA/playlists). También existe una comunicación permanente con la comunidad de alumnos, profesores y egresados a través de la cuenta de Facebook “Posgrado En Biotecnología UAM-I”.

La preservación y difusión del conocimiento es una actividad indispensable para articular al programa de posgrado con otros sectores de la sociedad. De hecho, la colaboración social es una acción estratégica y transversal del programa, tanto los profesores como los estudiantes participan en foros encaminados a esta tarea, que también es una función sustantiva definida en la Ley Orgánica de la UAM, junto con la docencia y la investigación. Estos foros son congresos, talleres, seminarios de difusión, e incluso la labor docente.

En los últimos 2 años se ha promovido la participación de los alumnos en la divulgación de la ciencia. Esto se ha promovido en redes sociales como el canal de YouTube del posgrado, para consulta del público interesado. Por ejemplo, hay una colección de videos cortos (3 a 4 minutos) donde los alumnos participan en 2 modalidades: Presentación de resultados o Difusión. En el 2022 se inició con esta última modalidad como actividad de retribución social porque va encaminada a la divulgación científica, de manera que se explique la importancia de la investigación y el beneficio social que conlleva, todo pensado para el interés de un público general. Estos videos están disponibles para quien lo requiera, incluso para apoyo de tareas de docencia, investigación y divulgación (Simposio de Perspectivas en Biotecnología 2021 y 2022: https://www.youtube.com/channel/UCUxhxAm_kUbTX7l_UYS7vQA/playlists)

Por lo anterior, se concluye que el posgrado en Biotecnología responde a pro-

blemas y demandas de la sociedad, para preservar y fortalecer la cultura y los valores. Se destaca como aporte a la formación de recursos humanos acordes con los procesos educativos y sociales, desarrollando conocimiento científico y aplicaciones tecnológicas. A todos los interesados en inscribirse a este posgrado en cualquiera de sus 3 niveles, les invitamos a consultar las convocatorias en las redes sociales y en las páginas de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la UAM Iztapalapa.

Referencias:

Estudio sobre la ubicación y trayectoria profesional de los egresados del Doctorado en Biotecnología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM Iztapalapa [https://egresados.uam.mx/?page_id=2428#1647641033686-2756091c-c62c34f0-96d8] Fecha de Consulta: 20 de julio de 2022

Páginas del Posgrado en Biotecnología: Especialización en Biotecnología: <https://posgrados.cbsuami.org/index.php/bte-desc>

Maestría en Biotecnología: <https://posgrados.cbsuami.org/index.php/btm-desc>

Doctorado en Biotecnología: <https://posgrados.cbsuami.org/index.php/btd-desc>

Facebook: <http://www.facebook.com/posgradoenbiotecnologia>

YouTube: https://www.youtube.com/channel/UCUxhxAm_kUbTX7l_UYS7vQA





Semblanza del Posgrado en Biología Experimental a cuarenta y tres años de su creación

Dra. Laura Josefina Pérez Flores
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa

La Biología Experimental es una disciplina que aborda el estudio de fenómenos biológicos mediante la experimentación, para comprender el funcionamiento de los organismos a nivel molecular, celular e individual. Los conocimientos generados se usan para resolver problemas en una amplia gama de áreas biológicas con diversas aplicaciones en salud, en alimentación y para el mejor aprovechamiento de los recursos del país, entre otras.

El posgrado en Biología Experimental surgió como una oferta de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, ante la necesidad de ofrecer un posgrado orientado a la investigación experimental en Biología, integrando conocimientos de distintos campos de frontera como la Biología Molecular, Biología Celular, Genética Bioquímica y Fisiología, para formar recursos humanos del más alto nivel académico, que se requieren en nuestro país en esta disciplina.

La Maestría en Biología Experimental se creó en el año de 1979, tan sólo cinco años después de iniciar actividades en la UAM Iztapalapa, siendo el primer posgrado en nuestra División de Ciencias Biológicas y de la Salud. En 2001 en respuesta a la demanda de egresados y para dar continuidad a su formación, se inició el Doctorado en Biología Experimental.

En la última evaluación de Conacyt en 2020, la Maestría fue reconocida como de competencia internacional y el Doctorado como un programa consolidado. Este posgrado está dirigido a candidatos con formación en el área químico-biológica u otras afines.

La habilitación de los profesores del Núcleo Académico Básico es una de las prin-

cipales fortalezas de nuestro posgrado, todos tienen grado de doctor y más del 45% se encuentran en los niveles 2 y 3 del Sistema Nacional de Investigadores. Los profesores del posgrado participan en diversas redes nacionales e internacionales de investigadores, como evaluadores en comités científicos nacionales e internacionales, forman parte de Juntas de Gobierno de la UAM y UNAM, como consejeros de la Secretaría de Educación Ciencia Tecnología e Innovación del Gobierno de la Ciudad de México (SECTEI), como evaluadores de revistas científicas indizadas nacionales e internacionales.

A la fecha han egresado de nuestro posgrado 242 maestros y 140 doctores en Biología Experimental. El estudio de egresados más reciente de 2020, indica que más del 90% de los egresados del posgrado están muy satisfechos con este programa y 85% de los egresados están empleados, desarrollando actividades relacionadas con su formación en el mismo.

Los egresados del posgrado en Biología Experimental laboran en instituciones educativas como la UNAM, CINVESTAV, Universidad Veracruzana, Universidad del Mar, Universidad de Guadalajara y UAM, entre otras. Asimismo, se encuentran laborando en instituciones del sector salud como el Hospital Infantil de México Federico Gómez y en distintos Institutos Nacionales como el de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, de Perinatología, de Cancerología, de Cardiología, de Geriatria, de Medicina Genómica, de Neurología y Neurocirugía, de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, de Salud Pública, entre otros. También hay egresados trabajando y realizando estancias de investigación en el extranjero.

El posgrado en Biología Experimental se estructura en torno a las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento que se describen a continuación:

Aspectos Moleculares de la Biotecnología Ambiental y de Microorganismos

Las aplicaciones biotecnológicas requieren de explicaciones mecanísticas a la luz de la ciencia básica. La línea cubre la caracterización de los mecanismos moleculares, celulares y fisiológicos de fenómenos con claro potencial de aplicación biotecnológica, particularmente, en aquellos relacionados con el uso de microorganismos con potencial de solucionar problemas ambientales.

Farmacología y Química de la Diabetes. La línea se enfoca en la generación de nuevo conocimiento en las aplicaciones farmacológicas de productos naturales contenidos en plantas y que van enfocadas particularmente al tratamiento de la diabetes, obesidad, inflamación e hipertensión los cuales representan serios problemas de salud pública en México.

Fisiología Bioquímica y Biología Molecular. La línea va encaminada a estudiar y caracterizar los mecanismos fisiológicos, celulares y moleculares en modelos animales y vegetales. En particular, en algunos procesos como el cáncer, enfermedades hepáticas y envejecimiento, así como en el efecto de compuestos bioactivos de origen vegetal en estos procesos. También se aborda la conservación postcosecha de alimentos y la regulación de la germinación de semillas.

Genética y Biología Celular de la Desnutrición y Enfermedades Relacionadas. La desnutrición es un problema

que aún aqueja a nuestro país, se estudian los efectos a nivel genético y celular. La línea permite la obtención de conocimientos sobre los procesos moleculares y celulares que ocurren en personas con diferentes grados de desnutrición con particular énfasis en niños.

Neurociencias. La línea de neurociencias abarca aspectos relacionados con daño en el sistema nervioso central, desórdenes del sueño y su caracterización molecular, celular y fisiológica lo que permite la obtención de conocimientos básicos para atender problemas que ocurren en este campo.

En el doctorado también se incluye la LGAC

Endocrinología y Biología de la Fertilización. La línea se enfoca a la generación de conocimiento relacionado con procesos endocrinológicos y la comprensión de los fenómenos de fertilización en mamíferos. Los proyectos que se desarrollan en esta línea buscar explicaciones moleculares y celulares.

Como se puede observar las LGAC del posgrado en Biología Experimental son los ejes de atención a problemas prioritarios en nuestro país, entre los que se pueden mencionar:

Enfermedades hepáticas y Cáncer y Los distintos tipos de cáncer y las enfermedades hepáticas representan un problema de salud pública en México, están entre los primeros lugares de causas de mortalidad en nuestro país. En el posgrado en Biología Experimental se estudian: Carcinogénesis hepática y pancreática mediante análisis genómicos amplios para la caracterización



Figura 1. Efecto de una dieta alta en fructosa en la progresión del cáncer de hígado.

del inicio y progresión de estas enfermedades, así como la identificación de nuevos puntos de intervención terapéutica. Biología celular y molecular de la sobrecarga de lípidos en hígado y daño por alcohol, en busca de nuevas opciones de tratamiento. Colestasis. Nuevos blancos terapéuticos y su efecto sistémico en riñón, páncreas e intestino. Ingeniería genética y CRISPR/Cas9 como herramientas de edición génica en enfermedades de la medicina interna. Toxicología de metales pesados como el cadmio, para una mejor comprensión del mecanismo y su impacto sobre todo en aguas contaminadas en la población. Todo lo anterior, desde la medicina traslacional, es decir con la finalidad de aplicar el conocimiento a nivel clínico en el corto y mediano plazo.

Desnutrición en población infantil.

En nuestro país principalmente en zonas rurales la desnutrición continúa siendo un problema prioritario. Estudios en el INCMNSZ reportan que personas que sufrieron desnutrición durante la gestación

y en las primeras etapas de la vida son más susceptibles, en un ambiente obesogénico, a desarrollar obesidad y daño metabólico (síndrome metabólico, cáncer, entre otras enfermedades). La OMS ha advertido que la desnutrición y la obesidad son dos caras de la mala alimentación que afectan a un tercio de los países pobres y advierte “Todas las formas de malnutrición tienen un denominador común: sistemas alimentarios que no pueden ofrecer a todas las personas una alimentación saludable, inocua, asequible y sostenible” y recomienda dietas de alta calidad para combatir ambos problemas sanitarios. En el posgrado se estudian los efectos de distintos grados de desnutrición en procesos celulares y moleculares principalmente en población infantil, así como la inmunología de la desnutrición.

Envejecimiento. El envejecimiento en México es un tema prioritario por el cambio demográfico observado en la población en las últimas décadas tanto en nuestro país como en el mundo.



Figura 2. Efecto del ejercicio en ratas envejecidas

Gracias a los avances científicos ha aumentado considerablemente la esperanza de vida de las personas, sin embargo, aún existe una gran brecha entre la longevidad y la calidad de vida. Es por ello que los trabajos de envejecimiento en el posgrado se enfocan al estudio del envejecimiento y la senescencia a nivel celular y molecular, y su relación con el estrés oxidante. El objetivo es entender los mecanismos celulares y moleculares que conllevan al deterioro funcional durante el envejecimiento, para poder evitarlo y aumentar así la calidad de vida de las personas adultas mayores, para lograr un envejecimiento saludable. Se estudian los mecanismos moleculares para regular a las células senescentes en modelos animales y celulares, así como los efectos del ejercicio y algunos productos naturales como el sulforafano, para lograr modular o eliminar los efectos inflamatorios y oxidantes de las células senescentes. También se estudia la regulación de la expresión génica de colinesterasas en enfermedades crónico-degenerativas.

Diabetes mellitus, síndrome metabólico, obesidad, hipertensión. Nuestro país ocupa el cuarto lugar mundial en obesidad infantil y 32.4% de los adultos tienen obesidad o sobrepeso. En la actual pandemia se demostró la asociación de estas comorbilidades al agravamiento en la enfermedad por Covid 19.

Por otra parte, se estima que en México 14 millones de adultos son diabéticos y 11 millones están en riesgo. La calidad de vida de un paciente diabético se ve muy deteriorada y los tratamientos actuales son paliativos, enfocados a la regulación de la glucosa en sangre. Por tal motivo, existe la necesidad de buscar nuevas moléculas que afecten la fisiopatología de la enfermedad, incluyendo factores de riesgo asociados, como la obesidad, hipertensión, inflamación, etc. En el posgrado se estudian plantas medicinales de uso popular por la población mexicana, que representan una fuente de moléculas para generar conocimiento respecto a su eficacia terapéutica, seguridad, fitoquímica y mecanismos moleculares de acción farma-

cológica, recuperando y complementando el conocimiento transmitido de generación en generación por nuestros ancestros. Lo anterior para proponer compuestos que sirvan de base para la creación de las nuevas generaciones de fármacos antidiabéticos.

Neurociencias. En el posgrado se busca esclarecer los mecanismos de regulación neuroinmunoendocrina que participan en el control del sueño, la conducta sexual, las conductas adictivas y el estrés postraumático.

Con relación al sueño, el interés es conocer el papel que los neurotransmisores y diversos mediadores inflamatorios en la generación de las alteraciones inducidas por la pérdida de sueño, como la disfunción de las barreras biológicas y cambios metabólicos e inflamación sistémica de bajo grado. También se busca esclarecer los mecanismos fisiopatológicos que subyacen a la generación de déficit cognitivo en condiciones de pérdida crónica de sueño y de obesidad. Los modelos de estudio involucran el uso de modelos animales experimentales en roedores, así como experimentos controlados con participantes humanos. Se reali-

zan registros de actividad electroencefalográfica en los modelos animales, técnicas histológicas y de microscopía para el estudio de la estructura de los sistemas nervioso, endocrino e inmune; técnicas de biología molecular para la descripción de los mediadores involucrados; y experimentos de farmacología conductual para el estudio de los mecanismos de control neuroinmunoendocrino. En los participantes humanos, se realizan estudios de electroencefalografía, pruebas bioquímicas en sangre periféricas, estudios de imagenología cerebral y estudios neuropsicológicos. También se estudia el efecto de la nicotinamida en la capacidad antioxidante y permeabilidad de la barrera hematoencefálica vía acetilcolinesterasa en ratas alimentadas con dieta hipercalórica.

Compuestos bioactivos pigmentos y antioxidantes de origen vegetal. En el posgrado también se aborda el estudio y caracterización de diversos compuestos bioactivos de origen vegetal. México es un país megadiverso con una gran riqueza en recursos vegetales que por falta de conocimiento están subutilizados. Se aborda la búsqueda, aisla-



Figura 3. Estudio de la actividad antiproliferativa de extractos de saramuyo (*Annona squamosa* L.) y caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) sobre líneas celulares cancerosas.

miento y caracterización de compuestos bioactivos, pigmentos y antioxidantes de origen vegetal con potencial terapéutico, estudiando sus mecanismos de acción en líneas celulares y modelos animales. Se utilizan métodos no convencionales de extracción amigables con el ambiente, como la sonicación, microondas, extracción asistida con enzimas y solventes verdes para disminuir el gasto energético y evitar o disminuir la contaminación ambiental con solventes tóxicos. Se trabaja en colaboración con otras instituciones y con productores en forma conjunta para dar un valor agregado a sus productos a través de su caracterización y la difusión de sus propiedades.

Conservación de frutas y hortalizas. En el posgrado se aborda el estudio de la aplicación de tecnologías para la conservación de frutas y hortalizas y el aprovechamiento del desperdicio de alimentos. Se estudian especies vegetales de interés cultural y agrícola para promover una alimentación saludable inocua y funcional.

Otros aspectos que se estudian en el posgrado son la estructura y función de proteínas de secreción en estado de salud y enfermedad, cambios estructurales y funcionales en membranas plasmáticas, estudios moleculares de la diferenciación celular y mecanismos de regulación endócrina.

Todos estos estudios se realizan en la búsqueda de generar conocimientos y que estos se puedan aplicar para mejorar el bienestar y la calidad de vida de la población.

En el posgrado en Biología Experimental también se promueve la movilidad de nuestros alumnos y profesores y la colaboración con investigadores de otras unida-

des de la UAM (Xochimilco, Cuajimalpa y Lerma), así como de otras instituciones de educación y del sector salud nacionales y también del extranjero.

Se tiene vinculación con diversas instituciones en Alemania, Argentina, Brasil, Corea, España, Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Israel, entre otros países, mediante estancias.

Nuestros alumnos participan en congresos nacionales e internacionales.



Figura 4. Presentación de avances del proyecto “Alteraciones en la permeabilidad de la barrera hemato-encefálica durante la restricción del sueño en ratas” por la alumna del posgrado María Fernanda Medina Flores en el 13th International Conference Cerebral Vascular Biology Miami Florida, con su asesora externa Dra. Maria Deli del Biophysics Institute Hungarian Academy of Sciences.

En el posgrado también se organizan seminarios con investigadores internacionales líderes en sus campos de investigación.




CICLO DE SEMINARIOS GRAND ROUNDS 2022
EL POSGRADO EN BIOLOGÍA EXPERIMENTAL Y
EL LABORATORIO DE BIOENERGÉTICA Y ENVEJECIMIENTO CELULAR

Se complacen en invitar a los miembros del Posgrado en Biología Experimental y a la comunidad en general al seminario a distancia

"Sterile inflammation contributes to metabolic problems in progeria"

Impartido por la
Dra. Susana Gonzalo
 Saint Louis University
 Saint Louis Missouri USA



Martes 1 de marzo 2022 17:00 horas
 Informes pbexp@xanum.uam.mx



Figura 5. Ciclo de Seminarios Grand Rounds 2022 con la participación de ponentes internacionales Dra. Susana Gonzalo Saint Louis University Estados Unidos de América.

Nuestros alumnos y egresados han recibido diversos premios por sus proyectos de investigación, además de pertenecer a Sociedades Científicas Nacionales e Internacionales y al Sistema Nacional de Investigadores en distintos niveles.



Estímulo Antonio Ariza Cañadilla

Dr. Natanael Germán Ramírez 2022-2024
 GDF11 como quimio y radio sensibilizador en carcinoma hepatocelular.

El proyecto está enfocado en caracterizar los efectos químo- y radio-sensibilizadores del GDF11 en el tratamiento del cáncer hepatocelular (HCC). Natanael es alumno del Posgrado en Biología Experimental de la UAM-I
<https://fundhepa.org>



Figura 6. Estímulo Antonio Ariza 2022-2024 al alumno del posgrado Natanael Germán Ramírez.

Otro aspecto que se fomenta y es muy relevante para el posgrado, es la divulgación del conocimiento nuestros alumnos y profesores participan en notas periodísticas, conferencias, ferias de ciencias, en la Fundación Mexicana para la Salud Hepática, en páginas de divulgación como ¿por qué envejecemos?, en la Sociedad Mexicana de Inocuidad y Calidad para Consumidores de Alimentos, entre otras.

La convocatoria de ingreso a la maestría es anual y la del doctorado se publica dos veces al año la información la pueden consultar en la página web de Iztapalapa en la sección de posgrados.

A los que estén interesados los invitamos a pedir informes en el correo del posgrado en Biología Experimental pbexp@xanum.uam.mx.

MAPA CURRICULAR DE LA MAESTRÍA EN BIOLOGÍA EXPERIMENTAL		
TRIMESTRES	UNIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE (UEA)	
I	<i>Biología Celular</i> Clave: 2316042 Seriación: Ninguna Teoría (66 h/Trim.) - Práctica (66 h/Trim.) Créditos: 18	<i>Análisis Bioestadístico</i> Clave: 2316057 Seriación: Ninguna Teoría (44 h/Trim.) - Práctica (44 h/Trim.) Créditos: 12
II	<i>Bioquímica y Biología Molecular I</i> Clave: 2316054 Seriación: 2316042 y 2316057 Teoría (66 h/Trim.) - Práctica (66 h/Trim.) Créditos: 18	<i>Método Experimental</i> Clave: 2316058 Seriación: 2316042 Teoría (44 h/Trim.) Créditos: 8
III	<i>Bioquímica y Biología Molecular II</i> Clave: 2316055 Seriación: 2316054 Teoría (66 h/Trim.) - Práctica (66 h/Trim.) Créditos: 18	<i>Temas Selectos de Fisiología</i> Clave: 2316056 Seriación: 2316054 Teoría (44 h/Trim.) - Práctica (44 h/Trim.) Créditos: 12
IV	<i>Temas Selectos de Biología Experimental I</i> Clave: 2316047 Seriación: 2316056 Teoría (55 h/Trim.) Créditos: 10	<i>Trabajo Experimental I</i> Clave: 2316059 Seriación: 2316058 y 2316056 Práctica (220 h/Trim.) Créditos: 20
V	<i>Temas Selectos de Biología Experimental II</i> Clave: 2316049 Seriación: 2316047 Teoría (55 h/Trim.) Créditos: 10	<i>Trabajo Experimental II</i> Clave: 2316060 Seriación: 2316059 Práctica (220 h/Trim.) Créditos: 20
VI	<i>Temas Selectos de Biología Experimental III</i> Clave: 2316051 Seriación: 2316409 Teoría (55 h/Trim.) Créditos: 10	<i>Trabajo Experimental III</i> Clave: 2316061 Seriación: 2316060 Práctica (220 h/Trim.) Créditos: 20

Todas las UEA son obligatorias
 color verde: UEA Teórico-Prácticas
 color naranja: UEA de Especialización

color azul: UEA de Investigación
 h/Trim.: horas por Trimestre

Mapa Curricular del Plan de Estudios del Doctorado en Biología Experimental

Trimestre	UEA		
I	Trabajo de Investigación I 23117001 Créditos: 30	OBL.	Clave: Seriación: Ninguna
II	Trabajo de Investigación II 23117002 Créditos: 30	OBL.	Clave: Seriación: 23117001
III	Trabajo de Investigación III 23117003 Créditos: 30	OBL.	Clave: Seriación: 23117002
IV	Trabajo de Investigación IV 23117004 Créditos: 30	OBL.	Clave: Seriación: 23117003
V	Trabajo de Investigación V 23117005 Autorización*	Créditos: 30 OBL.	Clave: Seriación: 23117004 y
VI	Trabajo de Investigación VI 23117006 Créditos: 30	OBL.	Clave: Seriación: 23117005
VII	Trabajo de Investigación VII 23117007 Créditos: 30	OBL.	Clave: Seriación: 23117006
VIII	Trabajo de Investigación VIII 23117008 Créditos: 30	OBL.	Clave: Seriación: 23117007
IX	Trabajo de Investigación IX 23117009 Créditos: 30	Examen Predoctoral y Autorización** OBL.	Clave: Seriación: 23117008,
X	Seminario de Escritura de Tesis I 23117010 Autorización***	Créditos: 15 OPT.	Clave: Seriación: 23117009 y
XI	Seminario de Escritura de Tesis II 23117011 Créditos: 15	OPT.	Clave: Seriación: 23117010
XII	Seminario de Escritura de Tesis III 23117012 Créditos: 15	OPT.	Clave: Seriación: 23117011

Maestría en Biología de la Reproducción Animal

Dra. Marcela Arteaga Silva

Dra. Reyna C. Fierro Pastrana

Dr. Gerardo Figueroa Lucero

Dra. María del Rosario Tarragó Castellanos

Dra. María del Socorro Imelda Retana Márquez

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Iztapalapa



Historia de la Maestría en Biología de la Reproducción Animal

La especialidad en Biología de la Reproducción en México es el resultado de las aportaciones científicas nacionales e internacionales en el campo de la endocrinología, acontecida en los años sesenta. Durante estos años, el estudio de las hormonas hipotalámicas e hipofisiarias, así como las hormonas esteroides e incluso el estudio de esteroides y hormonas proteicas sintéticas en investigaciones clínicas y básicas empleadas para la inhibición y estimulación de la ovulación en mujeres fueron el parteaguas en el campo de la Biología de la Reproducción. En 1965 el Instituto Nacional de la Nutrición (INN), ahora el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, (INCMNSZ) creó el departamento de Biología de la Reproducción con laboratorios para determinaciones hormonales, bioquímica de hormonas esteroides, consulta externa en endocrinología reproductiva y esterilidad. Además de una unidad hospitalaria para estudios fármaco quirúrgicos y una clínica de planificación familiar con sobresalientes investigadores mexicanos dirigidos por el Dr. Gual-Castro (1). A finales de 1966 se crea el programa de enseñanza de posgrado en Biología de la Reproducción, el cual fue puesto a consideración a la División de Estudios Superiores de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), posteriormente se aprobó la maestría y doctorado en Biología de la Reproducción Humana con destacados Profesores como el Dr. Tomas Morato y el Dr. Gregorio Pérez-Palacios. Este programa de posgrado continúa vigente a la fecha y han egresado destacados especialistas en este campo (1).

Por su parte, el Dr. Jorge Martínez Manautou con un grupo de destacados científicos

mexicanos, crearía en 1966, en el Centro Médico Nacional (CMN) Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) un nuevo departamento de Investigación Científica constituido por varias áreas, entre ellas, la de bioquímica, fisiología, farmacología, microscopia, investigación clínica y la de Biología de la Reproducción (1).

En 1969, se inició en el departamento de investigación del CMN un curso de maestría y doctorado en Biología de la Reproducción Humana incorporado a la División de Estudios Superiores de la Facultad de Medicina de la UNAM. Este curso estuvo dirigido por los Dres. Jorge Martínez Manautou, Alfredo Gallegos y Vicente Cortés Gallegos, tiempo después este curso desaparecería y más adelante se volvería a impartir entre 1977-1985 a nivel de especialidad con los Dres. Juan Giner y Ramón Aznar (1).

Posteriormente, el 17 de septiembre de 1974 se estableció un convenio de colaboración en docencia e investigación entre los departamentos de Biología de la Reproducción de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud (DCBS) de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAMI) y el departamento de Biología de la Reproducción del INN, el cual fue firmado por el Arq. Pedro Ramírez Vázquez, Rector General de la UAM y el Maestro Salvador Zubirán Anchondo, fundador y Director General del INN. Este convenio seguía vigente hasta el año 2000 y benefició a ambas instituciones. Así, en enero de 1975, al iniciarse oficialmente las actividades académicas de la recientemente inaugurada UAMI, siendo jefe del departamento de Biología de la Reproducción el Dr. Carlos Beyer Flores, se iniciaron los Programas de Licenciatura en Biología de la Reproducción y el pri-

mer posgrado aprobado en la UAMI, la Maestría en Biología de la Reproducción Animal (MBRA), éste último bajo la coordinación del Dr. Gregorio Pérez-Palacios y la Dra. Ana Elena Lemus, en su calidad de Profesores de la UAM. Fueron catorce alumnos que se inscribieron al programa de la MBRA, constituyendo la primera generación, y en 1977 los primeros graduados de toda la UAM fueron dos egresadas de esta maestría (1, 2).

El programa de la MBRA ingresó al Padrón de Excelencia de las Maestrías del CONACyT, y fueron muchas las generaciones de alumnos que se favorecieron con las becas y subsidios otorgados (3). El programa de la MBRA se orientó principalmente a las actividades de investigación y fue coordinado por el Dr. Héctor González Cerezo, quien además impartía docencia en la MBRA; posteriormente el Dr. Adolfo Rosado-García fue coordinador por varios años. Durante ese tiempo, renombrados investigadores, como el Dr. Gregorio Pérez Palacios, la Dra. Ana Elena Lemus y el Dr. Díaz Sánchez, impartieron clases en la MBRA. Varios de los alumnos que egresaron en ese tiempo, a la fecha son profesionales que llevan a cabo labores de docencia e investigación, además de proporcionar servicios de asesoría para la resolución de problemas relacionados con la reproducción de grandes especies como bovinos, caprinos y porcinos.

Posteriormente, el Dr. José Cortes Zorrilla toma la coordinación de la MBRA, sin embargo, la falta de actualización de los planes y programas de estudios originales, la escasa promoción del programa de MBRA, el establecimiento de programas similares en diversas instituciones de enseñanza superior y la clausura de la

licenciatura en Biología de la Reproducción, para cuyos egresados el ingreso a la maestría era el paso natural para la continuación de su formación académica, trajeron como consecuencia una importante disminución de la matrícula. Todas estas circunstancias contribuyeron a que se excluyera a la MBRA del Padrón de Excelencia CONACyT, con lo cual ya no se pudo apoyar económicamente a los alumnos interesados en ingresar al programa (3). El gran interés de los profesores-investigadores del Departamento de Biología de la Reproducción en restablecer el posgrado en Biología de la Reproducción Animal, los motivó a desarrollar un gran trabajo al revisar y actualizar los programas de estudio y proponer una serie de adecuaciones que permitían ofrecer a la comunidad estudiantil un programa de calidad, con nuevos enfoques y nuevas perspectivas de desarrollo profesional.

Así, en el 2008 la Dra. Minerva Muñoz-Gutiérrez siendo jefa del Departamento de Biología de la Reproducción, integra la comisión de la MBRA Departamental, para el 2010 se integra la Comisión Divisiva de la MBRA y como coordinador de la MBRA se nombró al Dr. José Luis Contreras Montiel, para el 2011 se aprobó la adecuación en el Colegio Académico y se inició un nuevo ciclo de la MBRA con la entrada en el 2012 de la primera generación de alumnos en el trimestre 12-I y de la segunda generación en el trimestre 12-O. Durante los dos primeros años, la MBRA recibió apoyo por parte de la Rectoría General de la UAM otorgando becas para los alumnos. En el 2013 se presentaron ante CONACyT los planes y programas de la MBRA para su ingreso en el Padrón Nacional de Posgrados (2) y fue dictaminado con la categoría “De Nueva Creación”, por

dos años. En enero del 2014 asume la coordinación de la MBRA el Dr. Pablo Damián Matzumura y posteriormente el Dr. Miguel León Galván en el 2015. En este año, fue evaluado por segunda vez como “En Desarrollo”, por dos años. Para el 2017 la Dra. Edith Arenas Ríos asume la coordinación de la MBRA y, como resultado de la tercera evaluación, se dictaminó “En Desarrollo”, por tres años. En la evaluación de 2021 se logró obtener la categoría de “Consolidado” de la MBRA. Actualmente, la coordinación de la MBRA está a cargo de la Dra. Ma. del Socorro Imelda Retana Márquez.

Importancia de la investigación científica en Biología de la Reproducción Animal

La reproducción es un proceso mediante el cual los organismos crean descendencia lo cual es esencial para la sobrevivencia de las especies. Los animales para preservar su especie, realizan una reproducción sexual, proceso que se inicia con la formación de los gametos, continúa con un paso muy importante que es la unión y singamia del óvulo con el espermatozoide, y se concreta con el nacimiento del nuevo individuo. Investigar los procesos reproductivos de una especie es abordar una gran diversidad de aspectos ya que requieren ser estudiados y analizados desde un punto de vista anatómico, morfológico, endocrinológico, molecular, etiológico, etc.

La biología de la reproducción es un área de estudio en constante avance; la mayor parte de los conocimientos generados son susceptibles de aplicarse ya sea a corto, mediano o largo plazo (4). Si bien siempre ha sido de gran importancia el estudio de la biología de la reproducción, en este siglo aparece como una disciplina que permite

resolver problemas de la humanidad y de la fauna. Actualmente, con el progreso tecnológico, sabemos que existe un numeroso grupo de especialistas en todo el mundo, que están enfrentando exitosamente estos retos, lo cual pone a nuestro alcance la posibilidad de resolver graves desequilibrios en este ámbito (5).

En este momento resulta de mayor relevancia dado diversos aspectos de los cuales mencionaremos algunos a continuación.

Actualmente el planeta completo está presentando un problema de calentamiento global, en las diversas especies, este fenómeno puede afectar la reproducción e incluso la diferenciación sexual. Por ejemplo, sabemos que en algunos peces, anfibios y reptiles, la diferenciación sexual es dependiente de la temperatura, la consecuencia podría ser poblaciones que se conformen por puros machos o hembras poniendo en riesgo la sobrevivencia de la especie. Esta elevación de temperatura que se está generando puede inducir una situación de estrés cuyo resultado puede ser la inhibición de la reproducción. Conocer los cambios a diferentes niveles permitirá al hombre ayudar a proteger dentro de lo posible, a estas especies para asegurar su sobrevivencia.

Los procesos reproductivos pueden verse alterados por diferentes factores, si bien ya se comentó la temperatura como un factor que puede alterar algunos componentes reproductivos, es importante también mencionar que en la actualidad se cuenta con una gran variedad de sustancias químicas producidas o utilizadas por el hombre con diferentes fines como pueden ser pesticidas, plásticos, plomo, cromo, cadmio, etc., que junto con algu-

nos compuestos que se encuentran en alimentos, pueden actuar como disruptores endocrinos modificando o alterando los procesos de reproducción, diferenciación sexual y conductuales en diversas especies incluyendo el hombre. Respecto al estudio de la conducta sexual también se aborda en relación a la neurogénesis, que es un campo en desarrollo (4).

No menos importante es el estudio de las patologías reproductivas que pueden afectar la reproducción, la sobrevivencia o la calidad de vida de los individuos. En esta rama de investigación podemos mencionar las patologías derivadas del estrés, disfunción de alguno de los órganos reproductores, fallas hormonales, cáncer, entre otras.

Nos hemos referido a la importancia de la investigación en cuanto a la reproducción de los animales; sin embargo, cabe resaltar que el estudio y conocimiento de los óvulos y espermatozoides ha sido una de las principales inquietudes del ser humano, es decir, la investigación a nivel celular y molecular. Esto ha llevado al avance en las investigaciones sobre genómica, proteómica y glicómica, con su gran número de interacciones.

Cada vez es más frecuente escuchar que una especie está en riesgo o peligro de extinción, inclusive de especies que lamentablemente ya se extinguieron. La investigación en el área de reproducción asistida puede ser una herramienta para ayudar a estas especies; esta área comprende temas como la inseminación artificial, fertilización in vitro y transferencia de embriones. Aunado a esto, se han desarrollado técnicas de criopreservación de gametos que permiten almacenar estas

células por tiempo indefinido para usarlas en un momento requerido; los gametos pueden ser colectados inclusive postmortem para su criopreservación (6).

Otro avance de relevancia es la clonación de organismos con el consiguiente descubrimiento de diversas células madre (7). En esta área se vincula la investigación básica con la investigación aplicada de manera inmediata pues se persigue mejorar las técnicas mediante investigación científica, y se vincula con la investigación tecnológica, lo cual se traduce en una gran fortaleza para el país.

La investigación en biología de la reproducción impacta en diversos campos como por ejemplo la ecología, la producción animal y la reproducción humana, entre otros, por lo que es indispensable avanzar en este campo de conocimiento que se vincula directamente con la sociedad y problemáticas de interés nacional e internacional.

Líneas de investigación de la Maestría en Biología de la Reproducción Animal

Dichas líneas responden a problemas estructurales de salud y a los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES.). La primera atiende de manera directa los principales problemas de salud y sus causas desde una perspectiva intra, multi y transdisciplinaria, y en la segunda aborda problemas establecidos en los PRONACES que incidan en el bienestar social, la sustentabilidad y el desarrollo económico y cultural de México. Asimismo, con el compromiso de articular las capacidades científicas, humanistas, tecnológicas, innovadoras y de infraestructura del país, en la solución de problemas prioritarios como los siguientes temas:

- Soberanía alimentaria.
- Sistemas socioecológicos y sustentabilidad.
- Agentes tóxicos y procesos contaminantes.
- Cambio climático y calidad del aire.

Las líneas de investigación que soportan a la MBRA, están dirigidas a resolver problemas relacionados con la reproducción de especies animales, que se pueden desarrollar con los diferentes sectores de la sociedad, incluyendo: hospitales, institutos y centros de investigación, sociedades y academias científicas, organizaciones privadas dedicadas al tratamiento de la infertilidad por medio de la reproducción asistida y con otras Instituciones de Educación Superior que realizan investigación en esta área.

Las Líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento (LGAC) de la MBRA son:

1. Reproducción Animal Asistida
2. Neuroendocrinología de la Reproducción
3. Ecofisiología de la Reproducción
4. Toxicología y Patologías Reproductivas.

Reproducción Animal Asistida

Estudia la reproducción, ya sea de especies silvestres o domésticas (principalmente de importancia económica), a través de la aplicación de biotecnologías reproductivas para optimizar el potencial reproductivo, apoyando planes de mejoramiento genético, así como a la soberanía alimentaria, a través de la utilización de hembras y machos seleccionados para estos fines. Aborda estudios relacionados con la anatomía, fisiología y biotecnologías reproductivas en diferentes especies de vertebrados: humanos, especies domésticas, fauna silvestre, o especies de laboratorio.

Neuroendocrinología de la Reproducción

En esta línea de investigación se estudian y analizan los mecanismos mediante los cuales los sistemas nervioso y endocrino regulan la función reproductiva, tanto en machos como en hembras. Los enfoques de estudio incluyen el control de la conducta sexual, así como aspectos anatómicos, fisiológicos, endocrinos, histológicos, bioquímicos y moleculares que ocurren en el cerebro, en la hipófisis, en las gónadas, así como en los órganos blanco de las hormonas sexuales. Asimismo, se estudian los efectos que diversos factores externos tienen sobre la regulación neuroendocrina de la reproducción, lo que permite identificar las alteraciones que provocan sobre la reproducción.

Ecofisiología de la Reproducción

Describe y analiza el efecto de los factores ambientales sobre los procesos reproductivos de vertebrados. A través del análisis de la historia de vida relaciona la interacción entre los factores físicos y químicos con los eventos reproductivos y las modificaciones o alteraciones producidas por eventos como la fragmentación del hábitat, la disminución de las unidades mínimas reproductivas sobre la pérdida de la diversidad genética en poblaciones silvestres o los posibles efectos del cambio climático sobre el cambio de sexo, la producción de poblaciones monosexas. Busca a través del conocimiento desarrollar estrategias reproductivas aplicables a la generación de biotecnologías para la producción y conservación de especies amenazadas o de interés socioeconómico.

Toxicología y Patologías Reproductivas

Tiene como objetivo contribuir al análisis y resolución de problemas de salud pública así como la generación de conocimiento científico aplicables al cáncer de mama,

cáncer cervicouterino y cáncer de ovario, la generación del conocimiento en problemas de salud como la criptorquidia, la obesidad y la toxicidad reproductiva causada por disruptores endocrinos, agentes tóxicos como el cadmio o los perfluorados, describe y analiza los trastornos anatómicos y fisiológicos de los tejidos y órganos reproductivos en vertebrados, que pueden o no, ser causados por productos tóxicos.

Las líneas de investigación de la MBRA se realizan de forma interinstitucional y multidisciplinaria en colaboración con la mayoría de las instituciones educativas como con las instituciones de salud del país, la Universidad de Murcia (España), la Universidad de Chapingo, Instituto de Biotecnología-UNAM, Facultad de Medicina-UNAM, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, Instituto Nacional de Pediatría, Hospital Infantil de México Federico Gómez, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Instituto Nacional de Geriátrica, Instituto Nacional de Cancerología, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Conclusión y perspectivas

La Maestría en Biología de la Reproducción Animal es actualmente el único posgrado en este campo a nivel Nacional y es una de las mejores opciones para los egresados del área de Ciencias Biológicas que deseen iniciar una carrera en investigación en Biología de la Reproducción, fortalecer sus conocimientos y habilidades adquiridos en la licenciatura o bien prepararse para otro tipo de actividades profesionales. La eficiencia terminal de la MBRA es de 84.48%; el porcentaje de graduados/ingresos es de 91%. El 26% de los egresados de la MBRA han logrado insertarse en el mercado laboral de manera exitosa, si bien la mayoría de los

egresados (74%) continúan con su formación académica estudiando un doctorado. El prestigio académico de la MBRA ha ido en aumento, dado el alto nivel académico de los profesores que forman parte del Núcleo Básico, ya que el 100% cuenta con Doctorado y el 93% pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). El núcleo Académico cuenta con amplias trayectorias de investigación, productividad, colaboración y organización académica, experiencias, distinciones profesionales y movilidad demostrable en las temáticas de las LGAC del posgrado, para desarrollar proyectos de investigación, incidencia y aplicación del conocimiento con un enfoque inter, multi y transdisciplinario para la solución de problemas prioritarios de los sectores de la sociedad y científicos de acuerdo con la orientación y modalidad en la que participa el programa. Con respecto a la productividad científica, el porcentaje promedio de publicaciones es de 70% (8). Cabe resaltar que, en varios de esos artículos, los egresados de la MBRA han participado como co-autores. Aunado a lo anterior, es necesario destacar la calidad de las tesis que son desarrolladas por los alumnos, las cuales se insertan en las cuatro líneas de investigación de la MBRA y que muchas de ellas culminan en artículos de investigación que se han publicado en revistas indizadas y con arbitraje nacional o internacional.

Si bien la MBRA ha alcanzado el nivel de posgrado "Consolidado" en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad, aún hay retos que superar. Dentro de los cuales podemos mencionar:

1. Continuar con la atención a los alumnos para concluir la Maestría en el tiempo establecido por el plan de estudios. Para esto, se da seguimiento

a los alumnos mediante seminarios tutoriales trimestrales y atención a problemas que se presenten.

2. Realizar eventos académicos (foros, seminarios, reuniones de egresados) para difundir los resultados de las investigaciones y promover así el interés para ingresar a la MBRA.
3. Si bien en el 2020 se realizaron adecuaciones a las UEA Ecofisiología de la Reproducción, Bioestadística y Proyecto de Investigación, es importante que las demás UEA de la MBRA se revisen de manera constante, con el fin de mejorar y actualizar el programa de la MBRA.
4. Aumentar la difusión de la MBRA para incrementar el número de aspirantes provenientes de otros estados de la República Mexicana, así como del extranjero.
5. Incrementar la movilidad de los estudiantes a través de estancias de investigación en otros estados o incluso en el extranjero, durante sus estudios.

Con estas medidas a implementar, se espera que la MBRA se encamine a lograr, en un futuro cercano, la excelencia académica que le confieran prestigio internacional.

Bibliografía

1. Gual-Castro G. Programas universita-

rios de posgrado en biología de la reproducción. 2000. Gac. Méd. Méx. Vol. 136 Suplemento No. 3, S-75-78.

2. Damián-Matzumura, P y Contreras Montiel JL. 2013. Justificación de la presentación del plan de estudios de la Maestría en Biología de la Reproducción animal (MBRA) como posgrado de reciente creación. Consejo Divisional. UAMI.
3. Muñoz-Gutiérrez, M. 2008. Exposición de motivos para solicitar el restablecimiento del programa de posgrado. Consejo Divisional. UAMI.
4. Retana Márquez M.S., Delgadillo Sánchez J.A. y Keller M. (Editores). Avances en Biología de la Reproducción. 2012. Editorial SEP-UAM-I. México. ISBN:978-607-477-690-4.
5. Velázquez Moctezuma Javier. (Editor). Biología de la Reproducción. 1998. Editorial UAM. México. ISBN:970-654-313-9.
6. Arenas Ríos E y Fuentes Mascorro G. (Editoras). Spermatozoa: A view from Mexico. 2019. Editorial Autonomous University of Oaxaca Benito Juárez, México. ISBN:978-607-9061-78-4.
7. Jimmy D. Neill (Editor). Knobil and Neill's Physiology of Reproduction. 2006. Editorial ELSEVIER, E.U.A. ISBN-13:978-0-12-515401-7.
8. CONACyT 2021. Evaluación del programa de la Maestría en Biología de la Reproducción Animal.



MAPA CURRICULAR DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN ANIMAL



TRIMESTRE	1. FORMACIÓN BÁSICA: 78 créditos			
I	CRÉDITOS: MIN 0/ NORMAL 24	2326019 MORFOFISIOLOGÍA DEL APARATO REPRODUCTIVO 4/0 (8 créditos)	2326020 BIOQUÍMICA METABÓLICA REPRODUCTIVA 4/0 (8 créditos)	2326041 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN 4/0 (8 créditos)
II	CRÉDITOS: MIN 0/ NORMAL 30	2326022 BIOQUÍMICA Y FARMACOLOGÍA HORMONAL 5/0 (10 créditos)	2326023 ECOFISIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN ANIMAL 4/0 (8 créditos)	2326044 BIOESTADÍSTICA 4/4 (12 créditos)
III	CRÉDITOS: MIN 0/ NORMAL 24	2326025 NEUROENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN 4/0 (8 créditos)	2326026 GESTACIÓN, PARTO Y LACTANCIA 4/0 (8 créditos)	2326027 BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN Y MANEJO REPRODUCTIVO 4/0 (8 créditos)
TRIMESTRE	2. INVESTIGACIÓN (EXPERIMENTAL O CAMPO) 76 créditos mínimos, 114 créditos máximos			
IV	CRÉDITOS: MIN 0/ NORMAL 38	2326028 SEMINARIO I 5/0 (10 créditos)	2326029 TRABAJO EXPERIMENTAL 0/20 (20 créditos) 2326037 TRABAJO DE CAMPO I 0/20 (20 créditos)	2326030 TEMAS SELECTOS DE BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN I 4/0 (8 créditos)
V	CRÉDITOS: MIN 0/ NORMAL 38	2326031 SEMINARIO II 5/0 (10 créditos)	2326032 TRABAJO EXPERIMENTAL II 0/20 (20 créditos) 2326038 TRABAJO DE CAMPO II 0/20 (20 créditos)	2326033 TEMAS SELECTOS DE BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN II 4/0 (8 créditos)
VI	CRÉDITOS: MIN 0/ NORMAL 38	2326034 SEMINARIO III 5/10 (8 créditos)	2326035 TRABAJO EXPERIMENTAL III 0/20 (20 créditos) 2326039 TRABAJO DE CAMPO III 0/20 (20 créditos)	2326043 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y ESCRITURA DE TESIS 4/0 (8 créditos)
IDONEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS Y EXAMEN DE GRADO: 40 créditos				
TOTAL DE CRÉDITOS A CUBRIR: 194 créditos mínimos, 232 créditos máximos				

REQUISITO DE INGRESO A LA MBRA IDIOMA INGLÉS: Demostrar el dominio del Nivel A2 (nivel básico, del Marco Común Europeo de Referencia) del programa de inglés de la Coordinación de Enseñanza de Lenguas Extranjeras (CELEX) de la Unidad Iztapalapa, o 337 puntos en el examen TOEFL. El comprobante original de idioma deberá ser avalado por la CELEX de la UAMI. En los casos en que el aspirante no cuente con la documentación, que avale el nivel de inglés requerido tendrá que presentar el examen correspondiente que aplicará la CELEX para tal efecto. Los aspirantes extranjeros cuya lengua materna no sea el idioma español deberán demostrar su dominio.



Maestría en Biología: Más de 20 años de operación exitosa

**Dr. Francisco José Gutiérrez-Mendieta
Dra. Laura Georgina Calva-Benítez
Dra. Cecilia Leonor Jiménez-Sierra
Dra. Alma Socorro Sobrino-Figueroa
Dr. Pedro Luis Valverde-Padilla
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa**

Desde septiembre de 2001 la Maestría en Biología inició su funcionamiento, por lo que ya lleva 21 años de operación exitosa. Uno de los objetivos planteados desde su creación fue atender las necesidades de formación a nivel maestría en esta área de conocimiento en la parte central del territorio nacional (Ciudad de México, Morelos, Estado de México y Puebla), pues se había detectado una carencia de alternativas de formación para alumnos egresados de las licenciaturas de Biología e Hidrobiología de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), así como de otras instituciones de educación superior.

Aprovechando la experiencia académica de los departamentos de Biología e Hidrobiología de la UAM Iztapalapa, se generó el Plan de Estudios de la Maestría en Biología. El objetivo de la maestría es formar recursos humanos de alto nivel en el estudio y conocimiento de los ecosistemas, capacitados para desarrollar actividades académicas, productivas y de servicios, asociadas al diagnóstico, inventario y manejo de los recursos bióticos, a través de: a) la adquisición de habilidades y conocimientos metodológicos, analíticos y sintéticos para la resolución de problemas científicos, b) el desarrollo de la capacidad para identificar y resolver problemas sobre el aprovechamiento y conservación racional de los recursos bióticos, y c) la especialización para el desarrollo de actividades de investigación, productivas, de servicio y educativas afines a los campos de conocimiento del programa o para continuar estudios de doctorado.

Después de muchos años de operación, recientemente se aprobó una adecuación al plan de estudios que consiste en incluir la publicación de un artículo científico como método de titulación, así como la posibilidad de obtener el grado en un lapso menor

a dos años. Ambas mejoras tienen impactos positivos en la formación de los alumnos pues los motiva a comunicar los resultados de su investigación y acceder, en caso de que el alumno así lo desee, a un programa de doctorado a una edad temprana. Adicionalmente, las modificaciones al plan de estudios contribuye a mejorar la eficiencia terminal del posgrado.

La maestría tiene como fin formar investigadoras, investigadores y profesionales de alto nivel en el estudio y conocimiento de los ecosistemas, capacitados para desarrollar actividades académicas, productivas y de servicios asociadas al diagnóstico, inventario y manejo de los recursos bióticos. La formación idónea previa para cursar el posgrado son, pero no están restringidas a, las licenciaturas en Biología, Hidrobiología, Biología marina, Biología ambiental, Ecología, Veterinaria, así como formaciones afines interesadas en el conocimiento, conservación y manejo de los recursos naturales, tanto terrestres como acuáticos. Una vez que concluyen sus estudios de maestría, los egresados cuentan con una sólida formación conceptual en biología, como elemento indispensable para su ingreso en un programa de doctorado y la carrera académica como investigador o investigadora. Asimismo, se les proporciona una formación ética y humanística que les permite aplicar consciente y correctamente, los conocimientos adquiridos para el beneficio de la sociedad y el medio ambiente.

En la Maestría en Biología se cultivan cinco Líneas Generales de Acción del Conocimiento (LGAC). La línea de Sistemática, Taxonomía y Filogenia tiene como objetivo el conocer, ubicar y clasificar a los organismos de acuerdo con los estándares internacionales referentes a la ubicación

de las especies y sus relaciones evolutivas, lo cual contribuye a apoyar inventarios de la flora y fauna y contribuir al acervo del conocimiento biológico.

Por su parte la LGAC de Anatomía y Fisiología genera conocimiento referente a la estructura, anatomía y fisiología de los organismos con el fin de conocer cómo es que se relacionan con el ambiente que los rodea, así como los procesos evolutivos que han contribuido a la conformación de la estructura y fisiología de las especies.

La línea de Florística, Faunística y Biogeografía desarrolla conocimiento nuevo sobre las comunidades animales y vegetales, participando en la generación de inventarios sobre la biota y contribuyendo al conocimiento de los cambios generados por efecto del hombre o de cambios naturales, incluido el cambio climático global.

La línea de Ecología de Poblaciones y Comunidades, por su parte, genera conocimiento teórico y práctico sobre el aprovechamiento de los recursos a nivel de los individuos, poblaciones y comunidades en los ecosistemas naturales terrestres y acuáticos, generando además información para su aprovechamiento sostenible.

Por último, la LGAC de Evaluación de Recursos Bióticos Acuáticos y Terrestres genera conocimiento teórico y práctico sobre el manejo, apropiación y explotación de los recursos naturales tanto acuáticos como terrestres con una visión de desarrollo sustentable, lo cual es indispensable para lograr que el desarrollo económico y social en el país sea armónico con la naturaleza y los ecosistemas puedan permanecer para las futuras generaciones.

De acuerdo a los estudios de la actividad laboral y profesional de los egresados, estos han participado en diversas actividades entre las que destacan:

- Formulación y ejecución de proyectos de investigación en ecología, evolución, biogeografía y sistemática de flora y fauna de ecosistemas terrestres y acuáticos.
- Labores docentes en el campo de las ciencias naturales a nivel de educación media y en las áreas de biología y ecología en los niveles medio superior y superior.
- Elaboración de inventarios faunísticos y florísticos.
- Gestión, elaboración y ejecución de programas de ordenamiento ecológico del territorio e impacto ambiental.
- Ejecución de programas sobre conservación, mantenimiento y declaración de áreas naturales protegidas .
- Formulación, organización y evaluación de programas y proyectos sobre manejo de recursos naturales.
- Evaluación y diagnóstico de condiciones del ambiente.
- Interacción con diversos sectores de la sociedad realizando investigación básica o aplicada.
- Asesoría en el diseño y aplicación de programas sobre educación ambiental y conservación ecológica.
- Definición de estrategias y normas

técnicas para garantizar la conservación de especies amenazadas y en peligro de extinción.

- Prestación de servicios de capacitación y asesoría a industrias y empresas para dar cumplimiento a las normas técnicas y reglamentos en materia ambiental y de manejo racional de los recursos naturales.
- Evaluación, diagnóstico y propuestas sobre problemas de deterioro ambiental, contaminación, rehabilitación ecológica y biorremediación.

México es uno de los cuatro países con mayor biodiversidad en el mundo. Con sólo 1.5% del área total continental, cuenta con el 10% de las especies de plantas y de animales terrestres conocidas. Sin embargo, el inventario nacional de especies en algunos grupos de organismos es aún incompleto. Adicionalmente, el deterioro de los ecosistemas del país es en algunos casos severo; por ejemplo, la tasa de deforestación estimada es de 800 000 ha/año, con una tendencia hacia el incremento. Por su parte, la alteración ambiental y la contaminación en embalses, lagos, ríos, litorales, humedales y lagunas costeras ha generado graves problemas ecológicos. Lo anterior ha contribuido a la agudización de los problemas socioeconómicos de la población que depende directamente de la utilización de los recursos naturales de esos ambientes.

En las últimas décadas, se han realizado esfuerzos muy importantes para establecer políticas que respondan de manera congruente tanto a objetivos sociales, productivos, económicos y ambientales, por lo que actualmente resalta como imprescindible el desarrollo de estudios e investigaciones que

permitan identificar y evaluar opciones viables que tiendan al desarrollo sustentable.

En este sentido, además de incrementar nuestro conocimiento acerca de la biodiversidad, es necesario entender mejor los procesos ecológicos y evolutivos que estructuran los ecosistemas, documentar adecuadamente la degradación ambiental y buscar opciones productivas y comerciales para el uso racional de múltiples recursos biológicos. En consecuencia, es urgente acelerar el proceso de formación de recursos humanos especializados en Ciencias Biológicas tales como Sistemática, Evolución, Biogeografía y Ecología, así como implementar mecanismos para la capacitación de las comunidades rurales y programas de desarrollo regional sustentable, que incidan en un mejor manejo, recuperación y conservación de estos recursos.

En un buen número de los estudios realizados como parte de las tesis desarrolladas por el alumnado, se involucra activamente a las autoridades locales (ejidales y municipales), informándoles de las actividades que se van a desarrollar, solicitando su aprobación y en muchos casos participación en algunas de las actividades del proyecto (guías de campo). Los resultados de estas investigaciones se han compartido con las propias autoridades locales, quienes en algunos casos han estado presentes vía remota en los exámenes de grado. Como parte de este apoyo, se han impartido pláticas a alumnos de las localidades en que se han llevado a cabo los estudios.

Adicionalmente, los estudios realizados han permitido conservar el conocimiento tradicional que las comunidades tienen sobre sus recursos. De relevancia, se han realizado estudios de hongos comestibles en comu-

nidades del estado de México o el empleo de diversas plantas medicinales en la práctica médica en comunidades de la sierra de Oaxaca. En muchos de estos casos, las actividades no se hubieran podido realizar sin la cercana interacción de las comunidades.

La maestría ha sido reconocida como una de las más importantes en la formación de profesionales de alto nivel en las áreas de interés dentro de la oferta nacional, lo cual se demuestra por la permanencia de la maestría en el Programa Nacional de Calidad (actualmente SNP) y la demanda estudiantil que se tiene. La trascendencia del programa es cuantificable en el número de egresados que están empleados dentro del área de conocimiento o que han continuado sus estudios de doctorado.

A través del seguimiento de egresados se puede constatar que el programa de maestría ha fortalecido y consolidado el desarrollo académico y profesional de los egresados. Más del 70% de los alumnos que ingresan han concluido satisfactoriamente sus estudios. De los egresados, 95.2 % califican como muy bueno o excelente al programa, el 87.6% indicaron que volverían cursar la maestría y el 84.6% muestran como Muy Satisfechos con la maestría. El 57.4% reportan mejora en sus ingresos en su empleo actual o en la posibilidad de obtener uno mejor como consecuencia directa de haber estudiado la Maestría en Biología.

La mayoría de los egresados 61% reportaron tener trabajo actualmente y 42.7% reportó haberlo conseguido dentro de los 6 meses posteriores al egreso de la Maestría y 26 por ciento lo obtuvieron entre 6 meses y un año, esto es 68.7 por ciento obtuvieron empleo en el primer año de egreso. El 52.3 % tiene contrato por tiempo indeterminado y

40.9 es determinado. El 78 % de los egresados manifestaron mantener una alta coincidencia entre su empleo actual y los estudios que efectuaron. Ejemplos de empresas e instituciones en donde laboran los egresados de la maestría son: ECOSUR, Alcaldías y Ayuntamientos, Consultorías ambientales, INAPESCA, SEP, diversas universidades estatales, UNAM y UAM entre otras.

A lo largo de su operación, la Maestría en Biología se ha relacionado con una amplia diversidad de actores sociales, los cuales se han visto beneficiados de los resultados de los proyectos de tesis desarrollados por los alumnos (Ver cuadros 1 y 2).

La excelente formación que reciben el alumnado no sería posible sin la participación comprometida de los integrantes del núcleo básico del programa, en su mayoría profesores de los departamentos de Biología e Hidrobiología de la División de CBS de la Unidad Iztapalapa, quienes han alcanzado un alto nivel académico como resultado de su experiencia práctica y laboral respecto al conocimiento, diagnóstico y aprovechamiento de los recursos bióticos. El núcleo académico está integrado por profesores de alto nivel, 90% cuentan con doctorado, 81% pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores y todos cuentan con perfil PROMEP. Esto a su vez ha tenido el efecto favorable de que las publicaciones del núcleo académico se incrementen, mejorando el porcentaje de pertenencia al S.N.I. así como también que más profesores cuenten con Nivel II. Esta experiencia y reconocimiento ha quedado plasmada en los vínculos con otras instituciones y dependencias nacionales e internacionales, así como en diversas publicaciones científicas especializadas como uno de los resultados del desarrollo de proyectos de investigación factibles, apoyados

CIENCIA

Maestra en biología por la UAM descubre murciélago híbrido en el sur de México

Aline Méndez recibió dos premios internacionales por tesis realizada en la institución

Rodrigo Pérez Ruiz

El descubrimiento de una población de quirópteros que posee una morfología intermedia entre dos especies—producto de dos hibridaciones, una ancestral que data del Pleistoceno, hace unos 1.5 millones de años, y una más actual—derivó de un trabajo realizado por Aline Méndez Rodríguez, maestra en biología por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

Por su tesis *Evidencia de introgresión genética entre *Pteronotus fulvus* y *Pteronotus gymnonotus* (Chiroptera: Mormoopidae)* mereció los premios internacionales estudiantil de Investigación Howard McCarty, que otorga la Southwestern Association of Naturalists (SWAN), y Bernardo Villa, concedido por The North American Society for Bat Research (NASBR).

Con la asesoría de los doctores Ricardo López Wiche y Luis Manuel Guayana Chumacero—académicos del Departamento de Biología de la Unidad Iztapalapa—analizó organismos de la familia Mormoopidae y pudo observar “en diversas muestras de ejemplares a individuos con una morfología intermedia entre las categorías *P. fulvus* y *P. gymnonotus*, sugiriéndonos si era una especie nueva o el resultado de la reproducción de ambas y lo que encontramos es que los murciélagos del sur de México y América Central son una mezcla”.

Las dos especies son muy parecidas, salvo por una diferencia en tamaño, aunque los especímenes híbridos detectados son de longitud intermedia; estos ejemplares y los análisis genéticos hicieron posible aprender más acerca de su historia evolutiva y comportamiento, por lo que estos conocimientos serán utilizados para inferir patrones evolutivos de otras especies cercanas, explicó la egresada de la UAM.

“Con datos sobre el cambio climático y la deforestación podemos



determinar cómo van a comportarse en el futuro, así que disponer de esta información facilita la implementación de medidas adecuadas para conservar estas categorías, que son significativas para el país”, mientras que con técnicas de biología molecular “avanzamos que estos mamíferos voladores surgieron de una hibridación ancestral, hace alrededor de 1.5 millones de años, en el Pleistoceno, y también de una combinación más reciente”.

Resultados

Mediante el uso de marcadores moleculares con una tasa de mutación muy baja se conoció qué ocurrió en esa era geológica y a partir de marcadores genéticos con una tasa de evolución muy rápida lo que sucede en la actualidad, así que “tomamos un trocito de membrana de un murciélago—que puede regenerarse en unos meses—para extraer el ácido desoxirribonucleico (ADN) mitocondrial y nuclear, y empleamos los marcadores moleculares con el fin de detectar qué ocurre en ciertos fragmentos del ADN e inferir qué pasó, qué está pasando y qué podría pasar”.

Los resultados confirmaron la presencia de tres linajes evolutivos que corresponden a *P. fulvus*, *P. gymnonotus* y *P. dayi*, separados entre uno y dos millones de años debido, tal vez, a oscilación

Data de dos hibridaciones: una del Pleistoceno y otra más actual

Cuadro 1. Aline Méndez Rodríguez cursó la Maestría en Biología en la UAM Iztapalapa, en el periodo 2016-2018, con el tema de tesis “Evidencia de introgresión genética entre *Pteronotus fulvus* y *P. gymnonotus* (Chiroptera: Mormoopidae)”. Los resultados de la tesis permitieron dilucidar hibridación usando diferentes marcadores moleculares, lo cual podría ser causa de un apareamiento histórico entre las hembras del murciélago *P. fulvus* con los machos de *P. gymnonotus*. La detección de esta hibridación es importante ya que aporta información para conocer los patrones evolutivos de ambas especies”. Parte de esta información que fue publicada en la revista *Journal of Genetics* (Méndez-Rodríguez et al, 2018).

por financiamiento derivado tanto de la UAM como de agencias externas.

Asimismo, el desarrollo del Plan de la Maestría en Biología permite fortalecer, ampliar y diversificar los proyectos de investigación, Institucionales e Interinstitucionales que se realizan en los departamentos de Biología e Hidrobiología y, en general, en la División de Ciencias Biológicas y de la Salud.

Los objetivos de investigación de la MB se inscriben tanto en los establecidos por la UAM en su plan institucional 2011-2022, como en los del Sistema Nacional de Posgrados enfocados en favorecer el desarrollo nacional y abonar en la capacidad de apropiación del conocimiento científico, tecnológico y de innovación en los sectores de la sociedad. Es decir, ayudar en la conformación de una Sociedad del Conocimiento.

En la Maestría en Biología los alumnos llevan a cabo actualmente investigaciones referentes a aspectos biológicos, ecológicos, reproductivos y de conservación de especies ubicadas en gran parte del territorio nacional (Fig. 1), entre las que se encuentran las diversas reservas y zonas de importancia biológica:

- Parque Ecológico el Ajusco, Ciudad de México.
- Cuenca del Río Metztitlán, Hidalgo
- Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, Estado de México y Ciudad de México
- Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca
- Humedales costeros de La Mancha, Veracruz y Laguna de Términos, Campeche

- Reserva de la Biosfera Chame-la-Cuixmala, Jalisco
- Arrecifes coralinos de las costas del Caribe y Pacífico Sur Mexicano
- Efectos del cambio climático sobre la distribución diversos géneros de

plantas y animales: Mimosa, Picea, Juniperus, Dipodomys.

Es por todo lo anterior, que la Maestría en Biología es una gran elección y ofrece una excelente formación académica para todos aquellos interesados en el estudio de las comunidades y ecosistemas de México.



Cuadro 2. Carolina Heredia Ortiz. Con el fin de contribuir al registro del conocimiento tradicional etnobotánico de la flora local en la comunidad mestiza y pluricultural de Santa María Jalapa del Marqués, Oaxaca, la alumna Carolina Heredia Ortiz entrevistó a personas de 10 localidades pertenecientes a seis etnias convergentes (Chontales, Huaves, Mixes, Zapotecos del Istmo, Zapotecos del Sur y Zapotecos del Valle) además de mestizos. Los resultados muestran que el 50% de la flora conocida y utilizada en el municipio presenta nombre en lengua indígena. De las especies identificadas, cinco no se han reportado en estudios florísticos y 98 especies no se han reportado en estudios etnoflorísticos para el Istmo de Tehuantepec. El 60% se encuentran registradas en alguna categoría de riesgo. Se evidencia que el conocimiento tradicional sobre el uso de plantas en el municipio de Jalapa del Marqués sigue vigente. La dinámica de este conocimiento entre los residentes no es homogénea, y los fenómenos de convergencia representa un proceso complejo. Por lo que la dinámica del uso de plantas en poblaciones pluriculturales está íntimamente influenciada por más de un aspecto y son necesarios más estudios. Un aspecto relevante de esta investigación es que la M. en B. Heredia es originaria de esta zona por lo que con su tesis está contribuyendo a la conservación del conocimiento tradicional de su comunidad. (Heredia-Ortiz, 2021)



Figura 1. Mapa de las áreas geográficas de incidencia de las tesis del alumnado.

Bibliografía.

Heredia-Ortiz, C. 2021. Dinámica del conocimiento tradicional de la flora local en la comunidad pluricultural de Santa María Jalapa del Marquez, Oaxaca. Tesis de Maestría en Biología, DCBS. UAM-Iztapalapa.

Méndez-Rodríguez, A. 2018. Evidencia de introgresión genética entre *Pteronotus fulvus* y *Pteronotus gymnonotus* (Chiroptera: Mormopidae). Tesis de Maestría en Biología, DCBS. UAM-Iztapalapa.

Posgrado en Energía y Medio Ambiente

Dra. Beatriz Adriana Silva Torres
Dr. Enrique Barrera Calva
Dra. Claudia Rojas Serna
Dra. Mónica Alicia Méraz Rodríguez
Dr. Antonio Zoilo Márquez García
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa

Informes: <https://posgrados.cbsuami.org/index.php/dpema-desc>
<https://posgrados.cbsuami.org/index.php/mpema-desc>
Correo: capema@xanum.uam.mx

Introducción

En la actualidad nuestro planeta se enfrenta a la mayor crisis ambiental, que provocan diversas pérdidas y amenazas debido a las actividades humanas, las cuales han alterado el ambiente a escala global, propiciando el cambio de uso de suelo, la alteración de la movilidad de la biota y la modificación de los ciclos biogeoquímicos; estableciendo de esta forma un precedente donde las sociedades humanas comenzaron a desarrollar una gran capacidad de transformación a su entorno, lo cual ha ido incrementando de manera progresiva en función de los grandes avances tecnológicos desarrollados desde ese tiempo a la fecha (Cornejo, 2014).

En los últimos 50 años, se ha desarrollado una dramática explosión del comercio global, el consumo y el crecimiento de la población humana, junto a un fuerte crecimiento urbano. Esto está provocando una destrucción y degradación acelerada de la naturaleza, en un mundo donde se están sobreexplotando los recursos naturales a un ritmo sin precedentes. El Índice Planeta Vivo global 2020 muestra, por ejemplo, un desplome medio del 68% en las poblaciones analizadas de mamíferos, aves, anfibios, reptiles y peces entre 1970 y 2016 (WWF, 2020)

En 1968, Garret Hardin publica su trabajo conocido como “The tragedy of the Commons”, en la revista Science; él utilizó como analogía a los ganaderos que pastaban a sus animales en un campo común. La tragedia de la teoría de los comunes no es complicada, un individuo actúa con motivos egoístas y utiliza recursos, a menudo en exceso, que pertenecen a un grupo más grande. Con el tiempo, cuanto más a menudo se repite el proceso, más daño se hace

y más personas se ven afectadas. Dependiendo de los recursos que se utilizan en exceso, los efectos a largo plazo se pueden sentir a una escala masiva, incluso global. En la tragedia de la teoría de los bienes comunes, los individuos o grupos de individuos, como las empresas, hacen uso de los recursos naturales para su propio beneficio, sin considerar cómo su uso afectará a otros o creará un impacto a escala global.

Si bien el uso de los recursos naturales es una parte importante de cómo las sociedades se mantienen y construyen relaciones con otras naciones, la tragedia de los bienes comunes se centra específicamente en el uso inapropiado y abusivo de dichos recursos. Si una persona o grupo abusa de los recursos, es probable que otros tengan la impresión de que también es su derecho hacerlo. La tragedia, entonces, es que el abuso de los recursos se sale de control y resulta en un impacto más amplio que puede convertirse en un problema global.

El Dr. Mario Molina, Premio Nobel 1995, indicó que los científicos pueden plantear los problemas que afectarán al medio ambiente con base en la evidencia científica disponible, pero la solución no es responsabilidad de los científicos, es de toda la sociedad, y algunas de las soluciones se pueden obtener a través de las investigaciones científicas como son las tesis de maestría y de doctorado.

Al presente se pueden reconocer grandes problemas ambientales como son el calentamiento global y el cambio climático, el agotamiento de los recursos naturales, el manejo y eliminación de residuos, la contaminación del agua y del suelo, la pérdida de biodiversidad (Robinson, 2022), entre otros, y muchos de estos problemas son un área de oportuni-

dad para los trabajos que se desarrollan en el Posgrado de Energía y Medio Ambiente.

El calentamiento global conduce al aumento de las temperaturas de los océanos y la superficie de la Tierra causando el derretimiento de los casquetes polares, el aumento del nivel del mar y también en los patrones naturales de precipitación, como inundaciones repentinas, nieve excesiva o desertificación, abordar este problema y sus soluciones es de vital importancia debido a las implicaciones de no controlarlo (Herring, 2012).

Este problema ambiental se deriva de las actividades humanas como es la emisión de gases de efecto invernadero, siendo que su solución es principalmente alejarse de los combustibles fósiles, implementando el uso de energías renovables como la solar, la eólica, la biomasa y la geotérmica que son excelentes alternativas para reducir el calentamiento global (Biello, 2007). Para los diferentes procesos industriales y las actividades cotidianas es producir energía limpia es esencial, para lo cual es menester reducir el consumo de energía y agua mediante el uso de dispositivos más eficientes, lo que es menos costoso e igualmente importante.

El agotamiento de los recursos naturales ya sea renovables o no renovables es otro problema ambiental crucial y está íntimamente relacionado con el calentamiento global y el cambio climático, ya que el uso de los combustibles fósiles resulta en la emisión de gases de efecto invernadero y como se mencionó es necesario buscar fuentes alternativas, además que este recurso es cada vez más escaso.

Dentro de los recursos naturales encontramos que la actividad humana está lle-

vando a la extinción de especies y hábitats y a la pérdida de biodiversidad. Se requieren acciones que contribuyan para la conservación de la biodiversidad, se destaca la protección de las especies polinizadoras, prevenir la introducción de especies invasoras, controlar la tala de los bosques, realizar pesca comercial controlada, incrementar la captura de carbono, fomentar la agricultura sostenible, entre otras.

La contaminación del agua y del suelo es un problema que crece continuamente y tiene múltiples efectos tanto en los ecosistemas como en la salud humana. El agua potable limpia se está convirtiendo en un bien escaso, convirtiéndose gradualmente el agua contaminada.

La gestión del agua se enfrenta a grandes desafíos. El primero de ellos es la escasez, derivado de la explosión demográfica, la creciente urbanización, el cambio drástico en los niveles de consumo, la inestabilidad del mundo en el que vivimos o el cambio climático; otro desafío es la contaminación ambiental que afecta al agua en diversas maneras como aguas residuales, eutrofización, arrastres pluviales, la microcontaminación relacionada con el uso masivo de nuevas moléculas químicas; asimismo se asume que el 90% de los desastres naturales están relacionados con el agua o tienen un impacto en este recurso y es que las inundaciones, tormentas o sequías pueden causar estragos en la comida, la salud, la energía o el medio ambiente (FAO, 2022).

El mundo debe adaptarse a estos cambios y amenazas, por lo que el desarrollo de estrategias de resiliencia se hace fundamental. El agua es un bien medioambiental y social, lo que hace que su gestión sea aún más difícil y compleja. Los aspectos técni-

cos, institucionales, organizacionales y regulatorios deben tenerse en cuenta, además de los riesgos financieros, societarios y medioambientales.

La contaminación del suelo es otro problema ambiental importante, que se potencia por la gestión deficiente de los residuos en sus diversas categorías. Estos residuos son depositados en lugares que en la mayoría de las veces no son aptos para recibirlos y que pueden permanecer por años, provocando emisiones tóxicas al aire, lixiviados que se filtran al suelo, proliferación de fauna nociva, movimiento de los residuos al mar; y aunado a esto la gestión deficiente de los residuos peligrosos (B.M., 2018).

Una inmensa cantidad de los problemas ambientales se presenta por carecer de marcos jurídicos adecuados, permitiendo la realización de actividades sin restricciones legales o con un marco muy deficiente, haciendo entonces que la gestión sea deficiente, por lo que es necesario implementar políticas que permitan reforzarlo y obligar a su cumplimiento

Posgrado en Energía y Medio Ambiente

El medio ambiente, el agua y la energía son factores relevantes en el desarrollo, que trascienden el espacio geográfico nacional. De ahí, la ingente necesidad de formar recursos humanos capacitados para analizar objetiva y éticamente posibles soluciones. El Posgrado en Energía y Medio Ambiente es respaldado por dos divisiones académicas de la UAM-I: Ciencias Básicas e Ingeniería y Ciencias Biológicas y de la Salud y tiene el objetivo general de formar investigadores y profesionales de alto nivel académico con la capacidad identificar, plantear y resolver problemas

asociados a la generación, transformación, planeación, distribución y uso eficiente de la energía y de los recursos naturales, desarrollar en el alumno la capacidad de mantenerse actualizado en los avances científicos y tecnológicos asociados a estos temas, fomentar el trabajo multidisciplinario y proporcionar al alumno los elementos que le permitan continuar una formación doctoral.

Nivel Maestría

Los aspirantes a ingresar al Nivel de Maestría deben ser profesionales en ciencias básicas, biológicas o ingenierías afines a la energía y el medio ambiente, con interés en profundizar sus conocimientos teóricos o experimentales en este campo, además de ser personas disciplinadas, éticas, críticas, reflexivas y deseosas de colaborar en un ambiente multidisciplinario. La orientación multidisciplinaria del plan de estudios de la Maestría en Energía y Medio Ambiente es muy atractiva para candidatos que deseen abordar problemas desde una perspectiva multidisciplinaria. El programa tiene una duración de 6 trimestres y, para la obtención del grado, el alumno presentará de manera oral y escrita su idónea comunicación de resultados o tesis de maestría ante un jurado calificado, para demostrar su dominio del tema y de la literatura especializada, así como su capacidad de defender los resultados de su proyecto de investigación.

El Maestro en Energía y Medio Ambiente está capacitado para identificar, planear, realizar y gestionar proyectos en el campo de la energía y del medio ambiente, resolver problemas de investigación en un ámbito multidisciplinario, insertarse en el mercado laboral público y privado o conti-

nuar con su formación como investigador en un nivel de Doctorado.

Nivel Doctorado

Para ingresar a este Programa se solicita poseer grado de Maestría en un disciplina en los temas que se cultivan en el posgrado, presentar currículum vitae, cartas de exposición de motivos y de recomendación académica, dominio del idioma inglés o del español para aspirantes no hispanohablantes, y un anteproyecto de investigación que debe defender ante la Comisión Académica del Posgrado. El programa dura 12 trimestres, al final del primer año y como requisito para poder continuar con su investigación doctoral, el alumno debe presentar su Examen predoctoral, el cual consiste en la defensa oral de su proyecto de investigación doctoral ante un jurado. En el Examen predoctoral se revisan la justificación, objetivos, análisis bibliográfico, recursos disponibles, resultados preliminares y el plan de trabajo detallado. Para la obtención del grado, debe presentar un artículo que contenga resultados de su tesis aceptado en una revista indizada. La tesis se debe defender ante un jurado de 5 profesores especialistas donde al menos 2 son externos a la UAM. En la defensa debe mostrar su dominio del tema y de la literatura especializada, así como su capacidad de explicar y argumentar la validez de sus resultados y aportaciones.

Áreas y Líneas de Conocimiento

El Posgrado en Energía y Medio Ambiente cuenta con cuatro Áreas de Conocimiento:

Área de Conocimiento en Ingeniería en Energía, que cuenta con cuatro Líneas de trabajo:

- Línea de Conocimiento en Ener-

gía Nuclear

- Línea de Conocimiento en Energías renovables
- Línea de Conocimiento en Modelado de Sistemas Energéticos y Ambientales
- Línea de Conocimiento en Ingeniería Térmica y Fluidos

Área de Conocimiento en Remediación Ambiental

Área de Conocimiento en Recursos Hidrológicos

Área de Conocimiento en Ecología y Medio Ambiente

Área de Conocimiento en Ingeniería en Energía

El sector energético es un área estratégica para el desarrollo integral del país. Este carácter estratégico se da debido a que el Estado mexicano ha manejado este recurso como un monopolio energético hasta la reforma constitucional de 2013. Dentro de este sector la industria petrolera ha proporcionado insumos industriales suficientes, confiables y accesibles, se tiene que cerca del 73% de la energía eléctrica generada en México proviene de los hidrocarburos, por lo que el subsector eléctrico se ha desarrollado básicamente sobre generación, transformación, distribución y abastecimiento (González, 2017),

En esta Área se tiene como objetivo formar profesionales especializados en energía solar (renovable) y convencional, apegado a los principios fundamentales de habilitación en termodinámica, la mecánica de fluidos y la transferencia de calor conformado en un marco sustentable y atendiendo las causas esenciales del me-

dio ambiente. Se busca realizar investigación fundamental y aplicada para mejorar las tecnologías energéticas y cuando es posible anteponiendo aquella basada en energía renovable, y de otras formas de energía convencional, buscando reducir su impacto adverso en el medio ambiente; incrementar la eficiencia en la generación y uso de la energía mediante la aplicación de estrategias sostenibles de producción, distribución y consumo, atendiendo las estrategias más favorables en pro de mitigar las acciones en torno al calentamiento global de los procesos energéticos.

En el Área de Conocimiento de Ingeniería en Energía se han desarrollado temas fundamentales y otros de aplicación: Desarrollo de materiales y dispositivos para el aprovechamiento de la energía solar (López, 2021) y otras renovables (Barrera, 2021), modelado de transferencia de masa en bio-reactores anaerobios tubulares; análisis termofluido y neutrónico de un reactor nuclear enfriado con plomo; evaluación energética de la sustentabilidad de la industria del maíz nixtamalizado; evaluación del desempeño de compresores centrífugos en plataformas marinas; análisis exergo-ambiental a los motores aéreos; análisis energético y ambiental de la producción de bio-etanol en México a partir de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos, entre otros.

Se destaca no solo la capacidad de preparación o selección de los materiales apropiados para los procesos propuestos, sino la propuesta y modelado del funcionamiento de tecnología a base de energía solar, como de colectores solares para baja y alta temperatura, sistemas de concentración, destiladores solares de agua salobre, y sistemas solares de cocción solar de alimentos.

También el modelado de la contaminación del aire y de equipos eólicos, reactores solares térmicos, reactores nucleares, accidentes, procesos de transferencia de calor, conversión de energía a electricidad, ciclos de refrigeración, procesos de transporte en campos petroleros, entre otros, son recurrentes en esta línea del conocimiento, donde la valoración ambiental de los procesos necesariamente debe ser actualizada y orientada a identificar y lograr la sustentabilidad energética y el respeto al medio ambiente, tan necesario hoy en día.

Área de Conocimiento en Remediación Ambiental

Su objetivo es la investigación de los fundamentos científicos y tecnológicos para la remoción de contaminantes de suelo y sedimentos, cuerpos de agua subterráneos y superficiales, para la recuperación de los recursos naturales. Se basa principalmente en la evaluación de los riesgos ecológicos y para la salud que la contaminación representa, por ende, las acciones de remediación aplicadas a sitios contaminados están sujetos a los requerimientos regulatorios y normativos que el Gobierno Federal implemente para la recuperación del equilibrio ecológico.

En el Área de Conocimiento de Remediación Ambiental se hace especial énfasis en procesos sostenibles que conlleven la posibilidad de la generación de energías renovables para así obtener una mejor interacción medio ambiente-energía. Se desarrollan investigaciones en agua (tratamiento y producción de energías alternativas), aire (origen, presencia y transporte de contaminantes derivados de combustibles fósiles) y suelo (origen, destino y tecnologías de remoción de contaminantes). Y se ha estudiado la bio-

rremediación de efluentes, modelos de biorreactores, evaluación de materiales aplicados a la catálisis y remediación de suelos con hidrogeles.

Algunas de las investigaciones desarrolladas en el Área de Remediación Ambiental son: determinación de contaminantes emergentes en aguas residuales de hospitales y municipales. degradación de activos farmacéuticos con hongos filamentosos; simulación de la acidogénesis de aguas grises; estudio del efecto de la concentración de CO₂ en la eliminación de N y P de agua residual de la UAM I mediante el cultivo de *Chlorella* sp; Efecto del Pt en el catalizador CoMoS soportado en Al₂O₃-TiO₂ en la hidroxilación de guayacol; estudio de la nitrificación en la degradación de contaminantes emergentes; malezas invasoras y su biotratamiento para la producción de biogás; diseño de hidrogeles con capacidad de remoción de metales pesados en suelo.

Área de Conocimiento en Recursos Hidrológicos

A medida que los problemas sociales relacionados con el agua se vuelven cada vez más complejos, la racionalización de una agenda científica comunitaria es más importante que nunca, por lo que se debe evaluar el estado de los recursos hidrológicos y desarrollar y justificar un plan científico en profundidad (Günter Blöchl et al., 2019). Lo anterior justifica un enfoque de proceso comunitario abierto que abarca todas las áreas de los recursos hidrológicos y que tiene como objetivo principal aumentar los temas de investigación y desarrollo tecnológico entre las áreas de recursos hidrológicos y las de ecología y medio ambiente, energía y remediación ambiental.

El Área de Conocimiento de Recursos Hidrológicos considera la investigación y el desarrollo tecnológico para determinar la cantidad y calidad de los recursos hídricos en la superficie y el subsuelo, con la meta de satisfacer la necesidad de agua de la sociedad, y así mitigar los riesgos relacionados con su distribución y mantener o mejorar la condición global del ambiente. Esto incluye la estandarización de las observaciones hidrológicas y la organización de la transferencia tecnológica para suministrar el agua en zonas de bajos recursos.

En esta Área se han desarrollado temas como: balance hídrico en el parque nacional Fuentes Brotantes de Tlalpan; morfología y vulnerabilidad costera por erosión en el litoral de Campeche; generación de indicadores para la toma de decisión en la permanencia de programas de desarrollo rural. También se han abordado temas como el de nuevos materiales para el tratamiento de aguas residuales, modelación de sistemas acuáticos, uso de la geomática y la tecnología geoespacial para abordar la problemática del agua en México, cuantificación del agua en los ríos para generación en centrales hidroeléctricas considerando el agua que se requiere para conservar los ecosistemas en la cuenca, entre otros.

Los temas que se desarrollan consideran nuevos enfoques para encontrar un equilibrio entre la demanda de agua de la sociedad y la restauración de las aguas como parte de la conservación de la naturaleza en el siglo XXI. Esto tiene el desafío de la integración entre las áreas del conocimiento que consiste en vincular proyectos interdisciplinarios en los temas de la cantidad y la calidad del agua, las aguas atmosféricas, superficiales y subterráneas, el uso de la tierra y la gestión del agua,

las subcuencas a pequeña escala y los principales sistemas de cuencas fluviales a gran escala, los ecosistemas y el desarrollo económico y social, el suministro de agua y conservación del agua, usuarios de agua urbanos y rurales, comunidades pobres y usuarios acomodados, información biofísica y socioeconómica, participación de las partes interesadas de la cuenca, gestión rutinaria y respuestas a los extremos hidrológicos. Un proyecto interdisciplinario de interés mundial es el nexo agua-energía-alimentos que constituye un marco para analizar las interacciones dinámicas entre el agua, la energía y los sistemas alimentarios y desarrollar estrategias para el desarrollo sostenible (Liu J. et al., 2017).

Por otro lado, con la expansión de la huella humana han surgido nuevas preguntas de la interacción humana con la naturaleza en el contexto de problemas complejos de disponibilidad y gestión del agua. El estudio de los recursos hidrológicos puede desempeñar un papel más importante ante estos problemas, e.g., los contaminantes emergentes y los patógenos microbianos.

El desafío de vincular proyectos interdisciplinarios que integren diferentes áreas del conocimiento pudiera pensarse muy complejo, sin embargo, existen casos de éxito como el que destacan Carr G. et al. (2017) quienes sugieren que los equipos de investigación multidisciplinarios en un programa de posgrado en recursos hídricos pueden producir hallazgos científicos de muy alta calidad, con interés social y preparar a la futura generación con las habilidades de colaboración que necesitarán para abordar el presente y los futuros desafíos de los recursos hidrológicos.

Área de Conocimiento en Ecología y Medio Ambiente

México es un país rico en recursos naturales y es considerado un país megadiverso, ya que forma parte del selecto grupo de naciones poseedoras de la mayor diversidad de animales y plantas, casi el 70% de la diversidad mundial de especies (considerando los grupos más conocidos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos y plantas vasculares). El principal criterio para pertenecer al grupo de los países megadiversos es el endemismo. Para ser megadiverso, un país debe tener por lo menos 5,000 especies endémicas de plantas (Mittermeier et al. 2004).

Nuestro País ocupa el lugar número 14 de acuerdo con su tamaño (1,972,550 km²), tiene una posición geográfica muy favorable. El trópico de Cáncer atraviesa México que se extiende de los 32° Norte (Baja California Norte) a los 14° Norte (Chiapas), cuenta con paisajes complejos con montañas que confieren diversidad de ambientes, de suelos y de climas. México es un país eminentemente montañoso. Además, está rodeado de mares y posee amplias áreas con agua dulce (Llorente, 2008).

Esta diversidad se ve afectada por las actividades humanas y se requiere de investigación en las diferentes áreas del conocimiento que permitan resolver los problemas que se van derivando.

El objetivo de esta Área de Conocimiento es coadyuvar para que los instrumentos de política ambiental sean aprovechados con mayor eficiencia y las actividades productivas incorporen y se apropien de los conceptos de prevención de la contaminación y eco-eficiencia, y con ello que la sociedad intervenga de una manera infor-

mada y responsable en la toma de decisiones; Propiciar la corresponsabilidad de la sociedad en el consumo de los recursos naturales de manera sustentable y en el manejo de contaminantes, de los residuos sólidos y aguas residuales. Además, se busca una mayor eficacia en el diseño y aplicación de los instrumentos de regulación y de gestión, el uso amplio de las tecnologías de la información e investigación científica en el estudio de los ecosistemas continentales, costeros y marinos.

En la Línea de Conocimiento de Ecología y Medio Ambiente se trabaja en economía ambiental, política, impactos y riesgos del cambio climático en zonas costeras y continentales, impactos y riesgos ambientales de diferentes actividades antropogénicas, efectos tóxicos de distintos contaminantes, bio-marcadores de contaminación, uso de SIGs para el mapeo de recursos naturales y para la evaluación de su vulnerabilidad, etc.

En esta Línea de Investigación se han realizado trabajos enfocados a la sustentabilidad de ecosistemas, aprovechamiento de recursos bióticos, impactos del cambio climático, ecotoxicología y manejo de SIG con temas como: Evaluación del contenido de carbono orgánico en los suelos de las nopaleras de Milpa Alta; Caracterización multitemporal mediante percepción remota y análisis espacial del cambio de cobertura terrestre y sus efectos en la evapotranspiración y almacenamiento de carbono en la cuenca Usumacinta; evaluación de la eficacia del manejo de residuos sólidos urbanos en la CDMX; evaluación de la presencia de microplásticos en peces del estuario de Tecolutla, Veracruz; metales traza en poblaciones de pastos marinos en la costa de la Re-

serva de la Biósfera “Los Petenes”, entre otros estudios.

Reflexiones

Las distintas líneas del conocimiento que se cultivan en el posgrado de Energía y Medio Ambiente son una fortaleza única e inédita, máxime cuando el alumno o el asesor logran involucrar a más de una línea en los proyectos que se realizan en este posgrado, así como incidir en los diferentes sectores de la sociedad.

La importancia energética, de recursos hidrológicos, de remediación ambiental apegados a la ecología y al medio ambiente es esencial en los proyectos realmente importantes de naciones como México que trabaja, construye y proyecta hacia un mejor futuro sustentable de su sociedad que es ejemplo en el natural liderazgo de América Latina y de esa región hacia el resto del mundo

Bibliografía

Banco Mundial. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. www.worldbank.org/what-a-waste.

Barrera, E., F. González, C. Hernández, L. Huerta y V. Rentería. 2021. Revista Maderas y Bosques, Poder calorífico de maderas de zonas áridas, 27(3):1

Biello, D. 2007. 10 Solutions for Climate Change. Ten possibilities for staving off catastrophic climate change. <https://www.scientificamerican.com/article/10-solutions-for-climate-change/>

Calderón, A., Meraz, M., Tomasini, A. 2019. Pharmaceuticals present in urban and hospital wastewaters in Mexico City.

Journal of Water Chemistry and Technology:41(2), 105-112.

Carr G. et al. 2017. Emerging outcomes from a cross-disciplinary doctoral programme on water resource systems. *Water Policy*. 19 (3): 463–478.

Cornejo, C., Calderón, J., Suarez, L. 2014. Los servicios ambientales y la biodiversidad. *Investigación ambiental* 6 (1) 53 -60 p.p.

FAO. 2022. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point. Main report. Rome.393 pags

García-Mendoza, C., Santolalla-Vargas, C. E., Woolfolk, L. G., del Angel, P., y de los Reyes, J. A. 2021. Effect of TiO₂ in supported NiWS catalysts for the hydrodeoxygenation of guaiacol. *Catalysis Today*: 377, 145-156.

González, M. J. J. 2017. Nuevo derecho energético mexicano. Las Instituciones fundamentales del derecho ambiental. UAM-A. 428 pags.

González, M. J. J. 2017. Tratado de derecho ambiental mexicano. Las Instituciones fundamentales del derecho ambiental. UAM-A. 548 pags.

Günter Blöschl et al. 2019. Twenty-three unsolved problems in hydrology (UPH) – a community perspective, *Hydrological Sciences Journal*, 64:10, 1141-1158.

Herring, D. et al. 2012. Climate Change: Global Temperature Projections. NOAA Climate Program Office.

Liu J. et al. 2017. Challenges in operationalizing the water–energy–food nexus. *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 62, No. 11, 1714–1720.

Llorente, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. 322 pags

Lopez, G., I. Padilla, A. Miguel, E. Barrera, R. Rosas y F. Gonzalez. 2021. Insight into the optical absorption and luminescence properties due to the presence of Pr 4+ in Pr-doped Y₂O₃, *Journal of Luminescence*, Elsevier, 242, 2021, Holland

Mittermeier, R.A., P. Robles-Gil, C.G. Mittermeier, C.G. (Eds). 2004. Megadiversity. *Earth's Biologically Wealthiest Nations*. CEMEX/Agrupación Sierra Madre, Mexico City.

Robinson, D. 2022. 12 Biggest Environmental Problems Of 2022. <https://earth.org/the-biggest-environmental-problems-of-our-lifetime/>

WWF. 2020. Informe Planeta Vivo 2020: Revertir la curvade la pérdida de biodiversidad. Resumen. Almond, R.E.A., Grooten M. y Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Suiza

**El Doctorado en Ciencias
Biológicas y de la Salud,
de la ciencia de frontera
a la investigación aplicada**

Dr. Jorge I. Castañeda-Sánchez
Lic. Vicente Cuauhtonal Gallegos Meza
*División de Ciencias Biológicas y de la Salud,
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco*

Historia

El Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud es un programa de posgrado escolarizado de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). El 16 de junio de 1994 fue aprobado por el Colegio Académico de la UAM e inició operaciones en el trimestre 94-O. Fue creado de manera conjunta por las Divisiones de Ciencias Biológicas y de la Salud de las unidades Iztapalapa y Xochimilco, originalmente como Doctorado en Ciencias Biológicas. Este programa surgió de la necesidad conjunta de ofrecer un posgrado de nivel Doctorado para las y los egresados de los programas de maestría de ambas divisiones, así como de las y los profesores investigadores de la Universidad, quienes buscaban la formación de doctores en otras instituciones al no contar con un plan de estudios de este tipo dentro de la UAM. La propuesta también permitiría que el personal docente con nivel de maestría continuara con su formación. Al momento de su creación, ambas divisiones contaban con 35 profesoras y profesores de tiempo completo que cumplían con los requisitos para formar parte de la planta académica, así como con la infraestructura idónea y las redes de vinculación que permitieron la puesta en marcha y el desarrollo del doctorado en sus primeros años. Es importante resaltar que tanto el plan y programa de estudios fueron aprobados por unanimidad, y sentaron las bases para la cooperación académica al ser el primer posgrado interunidades de la UAM.

Debido al aumento de la matrícula y aprovechando la experiencia de las sedes Iztapalapa y Xochimilco, en 2007 se incorporó la División de Ciencias Naturales e Ingeniería de la Unidad Cuajimalpa; Durante la sesión de Consejo Divisional se reconoció

el esfuerzo conjunto previo de las dos sedes, el cual fue el principal argumento para la incorporación de la Unidad Cuajimalpa y se extendió en esta sede uno de los posgrados más sólido de la institución y a nivel nacional, para participar activamente en su administración, impartición y desarrollo.

El nombre del Doctorado se modificó en 2010 a “Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud”. Más tarde, en 2017, se incorporó la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Unidad Lerma, con el fin de ampliar la oferta académica de posgrado en esta Unidad y en el Valle de Toluca, con un importante impacto en la vinculación del posgrado y de la Universidad con diversos sectores de la sociedad, así como nutrir al núcleo académico básico y diversificar las líneas de generación y aplicación del conocimiento. Y aunque se formalizó su incorporación en 2017, el trabajo conjunto con esta Unidad ya existía, pues un total de cuatro alumnas y alumnos realizaban sus estudios doctorales inscritos en las unidades Cuajimalpa, Iztapalapa y Xochimilco, pero bajo la dirección de tesis de miembros del personal académico de la Unidad Lerma.

Actualmente es el posgrado más grande con el que cuenta la Universidad Autónoma Metropolitana, no solo en cuanto al número de Unidades Académicas participantes -cuatro de las cinco sedes académicas de la UAM-, también en cuanto al personal académico que participa en él, y en líneas de generación del conocimiento.

Operación del Doctorado

El Doctorado en CBS opera bajo un sistema tutorial basado en investigación de campo y laboratorio. El periodo normal de desarrollo es de cuatro años, a tiempo

completo, aunque se puede obtener el grado desde el tercer año, cuando se cumplen los requisitos académicos y administrativos previstos. Durante los veintiséis años que tiene en operación ha cubierto satisfactoriamente con las expectativas que se plantearon desde sus inicios y, actualmente, se han obtenido resultados tangibles, habiendo formado más de 480 Doctoras y Doctores en Ciencias Biológicas y de la Salud. Tiene un lugar destacado dentro de la oferta educativa del país, lo que se refleja en la demanda de ingreso creciente, teniendo un promedio de 40 candidatos por convocatoria.

El personal académico que participa en el programa de tiempo completo son 42 y los que están de tiempo parcial son más de 150, con 20% de investigadores(as) externos a la institución. Algunos de nuestros primeros egresados y egresadas se han incorporado a la planta académica docente de la UAM y del Doctorado en CBS, en calidad de tutores o asesores. La producción científica asociada con el programa también ha evolucionado, tanto en número de artículos (mas de 650 artículos de 2016 a 2021) como en la calidad de las revistas en las que se publica (La mayoría son revistas indexadas en JCR-Clarivate Analytics, Scopus y PubMed).

Casos de éxito

El Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud ha sido semillero de investigadores(as) en el área de las ciencias biológicas y de la salud los cuales se han incorporado a la docencia y a la investigación en instituciones públicas y privadas, nacionales e internacionales. Algunos egresados han alcanzado altos puestos directivos en México, como es el caso del Dr. Carlos Javier Pineda Villaseñor, titular del Instituto

Nacional de Rehabilitación (hasta 2026) quien cuenta con nombramiento de investigador nacional nivel III en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), nombramiento de investigador en Ciencias Médicas “F” en el Sistema Institucional de Investigación de la Secretaría de Salud, y es autor de más de 260 artículos publicados en revistas científicas.

La Dra. Matilde Jiménez-Coello también es una egresada distinguida, quien fue directora del Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi” de la Universidad Autónoma de Yucatán de febrero de 2018 a febrero de 2022 y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACyT nivel II. La Dra. Jiménez-Coello es experta en parasitología molecular y epidemiología de enfermedades parasitarias y ha sido acreedora de diferentes reconocimientos nacionales e internacionales, de los cuales destacan: Premio Mujer en la Ciencia otorgado por L’Oréal, el CONACyT, la UNESCO y la Academia Mexicana de Ciencias en 2014; *International Rising Talent Women in Science*, L’Oreal-UNESCO en 2015; y es de resaltar su participación como miembro del Comité Directivo de la *Global Infectious Diseases Research Network* desde 2018. En su periodo como Directora del CIR-UADY se ha gestionado, en conjunto con la Agencia de Cooperación Internacional de Japón, la instalación e implementación de un laboratorio de bioseguridad 3 -con una inversión de más de 2.6 millones de dólares-, único en la región, en las instalaciones del CIR, el cual permitirá el fortalecimiento y desarrollo de las capacidades científicas para un mejor abordaje de las problemáticas vinculadas a los patógenos de impacto y altamente peligrosos en la región sureste del país.

Otro de nuestros egresados con una trayectoria sobresaliente es el Dr. Marwin Saady Gutierrez, médico especialista en el área de reumatología. Gracias a su proyecto de investigación doctoral se implementó un nuevo algoritmo para el diagnóstico de la enfermedad pulmonar intersticial en etapas tempranas usando ultrasonido. El Dr. Gutiérrez es autor de varios trabajos de investigación en el área de su especialidad y en el año 2021 fue clasificado en el puesto 47 de los mejores reumatólogos a nivel internacional y el número uno de México, según el Ranking Expertise in Synovitis: Worldwide.

Poco más del 98% de los egresados de este programa doctoral trabajan en instituciones públicas y privadas, con actividades de docencia y/o investigación y cerca del 53% pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACyT, lo cual es un indicador de pertinencia del programa.

Interacción con sectores de la sociedad

En el sistema tutorial, bajo el cual opera el Doctorado, participan tres investigadores expertos en el área de estudio para la dirección de cada investigación doctoral. Se procura que al menos uno de ellos sea un investigador externo a la UAM, lo cual propicia la colaboración con investigadores de otras instituciones, principalmente de Instituciones de Educación Superior (IES) públicas y privadas, Centros de Investigación, Red de Hospitales de Alta Especialidad de la Secretaría de Salud, IMSS e ISSSTE, así como los Institutos Nacionales como el INCAN, Cardiología, Neurología, Salud Pública, Medici-

na Genómica, Biotecnología, etc. En el ámbito internacional el Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud mantiene convenios a través de los cuales investigadores de universidades extranjeras pueden formar parte de un comité tutorial, e incluso las y los alumnos pueden optar por doble titulación; mantenemos vínculos estrechos con la Universidad de São Paulo, Brasil; Universidad de Lorraine, Francia; L'Institut Polytechnique de Bordeaux, Francia; Wageningen University, Holanda; University of Texas, EUA; Université De Bordeaux I, Francia; Université de Bourgogne-Dijon, Francia.



*Fotografía:
Daniel Becerril Cortés*

Otro sector con el que el Doctorado se relaciona es con productores de algunas comunidades rurales de la Ciudad de México, Estado de México, Querétaro, Oaxaca, Chiapas, y otros estados del país, los cuales proporcionan recursos naturales y de infraestructura para el desarrollo de proyectos de investigación, principalmente aquellos que se relacionan con las Líneas de Generación y Aplicación

del Conocimiento (LGAC) en Biología y Ecología de Organismos y Ecosistemas y Biología de la Reproducción. Nuestros estudiantes han desarrollado proyectos de producción y reproducción agrícola, pecuaria y pesquera, estudios de conservación de la biodiversidad, de recuperación de cuerpos de agua y cambio climático, solo por mencionar algunos. Las comunidades rurales y de productores participantes reciben a cambio capacitaciones técnicas y de producción para el aprovechamiento de sus recursos, así como los beneficios propios derivados de la investigación desarrollada.

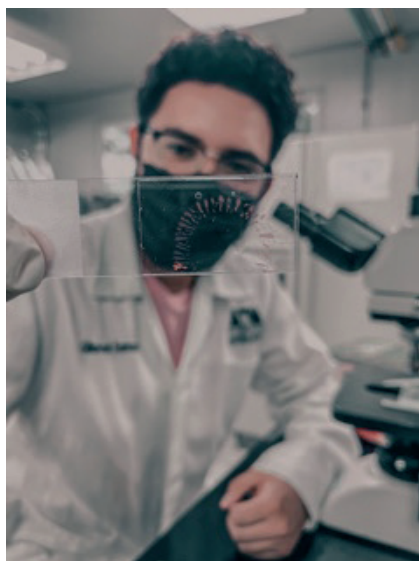
El sector social también es un actor con el que nuestro programa doctoral interactúa. Las subáreas de investigación médica, farmacológica y microbiológica impactan indirectamente en la mejora de la calidad de vida de nuestra sociedad. Y algunos otros de nuestros proyectos tienen un impacto directo en poblaciones más específicas, por ejemplo la subárea de las ciencias de la nutrición, como el desarrollo de productos con alto valor nutricional, el estudio de la obesidad y a las enfermedades que tienen su origen en la mala alimentación, en dichos proyectos se seleccionan poblaciones específicas como niños, adolescentes y mujeres embarazadas. En este mismo sentido, los proyectos relacionados con la patología bucal y ciencias odontológicas, en donde participan y se ven beneficiados sectores específicos de la sociedad, de acuerdo con el tema y problemática identificada por cada estudiante, como personas que viven con VIH, personas de escasos recursos, entre otros sectores.

Multidisciplina y transdisciplina en el posgrado.

En la actualidad el desarrollo de la ciencia en el mundo debe ser abordada desde los aspectos de inter, multi y transdisciplinares, y los posgrados, como formadores de investigadores altamente calificados, deben evolucionar para plantear proyectos con estas características.

Los proyectos del Doctorado en CBS desde

hace varios años han contemplado el trabajo interdisciplinar, constancia de esto es la integración de los comités tutorales donde las y los investigadores pueden ser expertos en disciplinas comunes, sin embargo, la participación de dos o más expertos en un mismo tema incide directamente en que los proyectos de los estudiantes se ven fortalecidos y se garantiza que cumplan con las características de originalidad y pertinencia científica y problemas complejos pueden ser abordados desde esta perspectiva.



*Fotografía: Jose Edwin
Mendoza / Gihovani Ademir
Samano Barbosa*

Otro de los aspectos más actuales para abordar un proyecto científico es el trabajo transdisciplinar. Estos incluyen problemas que una disciplina no podría resolver por sí misma. Las LGAC de Biología y Ecología de Organismos y Sistemas; Fisiología y Patología Médica y Veterinaria; Procesos Microbianos; Síntesis Orgánica, Farmacología y Transformaciones Químicas; y Nutrición y Ciencias de los Alimentos cuentan progresivamente con más proyectos de tesis que requieren este tipo de interacciones.

El Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud cuenta con seis diversas LGAC. La demanda de Doctores en estas áreas es prioritaria en el país y en el mundo: el entendimiento de los aspectos básicos de la generación e enfermedades infecciosas y no infecciosas, el desarrollo de nuevas terapias farmacológicas, la biotecnología aplicada al ámbito de la salud, así como el entendimiento de los las alteraciones

de los ecosistemas, también son temas de interés de nuestro programa doctoral. Un último ejemplo del impacto que tiene este posgrado es el área de la salud con proyectos enfocados a la farmacogenómica y a la medicina personalizada, los cuales representan prácticas emergentes de la medicina que utilizan el perfil genético para guiar el tratamiento farmacológico individual de la enfermedad. Esta acción es muy importante para mejorar la eficacia y evitar las reacciones secundarias.

Se debe resaltar que, desde el aspecto social, el Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud tiene una participación muy importante, algunos de los proyectos doctorales que se realizan tienen una vinculación directa con la sociedad, lo que repercute en beneficios para las comunidades, grupos y asociaciones civiles.

El Doctorado en la actualidad: algunas cifras

Si bien, un detalle estadístico no hace justicia a todas las actividades que se realizan en el Doctorado, sí puede brindarnos un panorama general. Invitamos a la lectora y al lector a imaginar, entre líneas, las historias que están contenidas en cada número: la noticia de la aceptación de cada aspirante, el trabajo de campo y de laboratorio, la presión de las y los estudiantes en cada evaluación, el primer artículo publicado, la celebración de cada disertación pública para obtener el grado.

Durante 2021 se atendieron 45 solicitudes de nuevo ingreso, de las cuales 28 so-

licitudes fueron aceptadas. En total, 131 alumnas y alumnos estuvieron activos al menos en un curso del plan de estudios, y fueron programadas durante los tres trimestres de 2021 un total de 120 Unidades de Enseñanza Aprendizaje. La Comisión Académica del Doctorado evaluó 31 artículos, publicados en revistas de alto impacto, con la finalidad de cubrir el requisito previsto por el plan de estudios. Se presentaron 43 Pre-exámenes Doctorales, organizados por la Coordinación del Doctorado y supervisados por los miembros de la Comisión Académica. Por último, 43 alumnas y alumnos cumplieron con todos los requisitos, presentaron su Disertación Pública y obtuvieron el grado de Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud.

Referencias bibliográficas

- Plan de estudios del Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Última adecuación: sesión 449 del Colegio Académico de la UAM, Acuerdo 449.A, 31 de octubre de 2018.
- Boletines UAM, "Egresado de la UAM logra detectar enfermedad pulmonar intersticial en casos autoinmunes", número 035, 24 de enero de 2022.
- El posgrado de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Historia y perspectivas. Capítulo 9: Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud. Editorial CBS-UAM, 2021.

Mapa Curricular

TRIM	CLAVE	NOMBRE	CRÉDITOS	OBL/ OPT	SERIACIÓN
I	9307001	Seminario I	10	OBL	-
	9307002	Trabajo de Investigación I	20	OBL	-
II	9307003	Seminario II	10	OBL	9307001 y 9307002
	9307004	Trabajo de Investigación II	20	OBL	9307001 y 9307002
III	9307005	Seminario III	10	OBL	9307003 y 9307004
	9307006	Trabajo de Investigación III	20	OBL	9307003 y 9307004
IV	9307007	Seminario IV	10	OBL	9307005 y 9307006
	9307008	Trabajo de Investigación IV	20	OBL	9307005 y 9307006
V	9307009	Seminario V	10	OBL	9307007 y 9307008
	9307010	Trabajo de Investigación V	20	OBL	9307007 y 9307008
VI	9307011	Seminario VI	10	OBL	9307009 y 9307010
	9307012	Trabajo de Investigación VI	20	OBL	9307009 y 9307010
VII	9307013	Trabajo de Investigación VII	20	OPT	9307011, 9307012 y Autorización*
VIII	9307014	Trabajo de Investigación VIII	20	OPT	9307013
IX	9307015	Trabajo de Investigación IX	20	OPT	9307014
	9307019	Seminario VII	10	OPT	9307014
X	9307016	Trabajo de Redacción de Tesis I	10	OPT	9307015 y 9307019 y Autorización**
XI	9307017	Trabajo de Redacción de Tesis II	10	OPT	9307016 y Autorización
XII	9307018	Trabajo de Redacción de Tesis III	10	OPT	9307017 y Autorización
I-XII	9307020	Temas Selectos I	10	OPT	-
I-XII	9307021	Temas Selectos II	10	OPT	9307020
I-XII	9307022	Temas Selectos III	10	OPT	9307021
Artículo publicado en una revista indexada en JCR, PubMed, o del Sistema de Clasificación de Revistas CONACyT.			60	Autorización	
Pre-examen Doctoral			30	Autorización	
Disertación Pública y Defensa de la Tesis			90	Autorización	

Notas:

-Las alumnas y los alumnos, a partir de séptimo trimestre, pueden solicitar que no sean abiertos sus grupos para el próximo trimestre, siempre y cuando cumplan con el requisito de idioma y presenten la versión final de su tesis junto con la solicitud de asignación de jurado para el Pre-examen Doctoral.

-En los trimestres III, VI y IX, el Seminario se presenta ante la Comisión Académica del Doctorado.

*Para solicitar la inscripción a séptimo, las alumnas y los alumnos deben acreditar el dominio del idioma inglés en al menos el nivel B1 de acuerdo con el Marco Común Europeo de Referencia.

Para solicitar la inscripción a décimo trimestre, las alumnas y los alumnos deben presentar la **evidencia del envío de un artículo científico, de acuerdo con los requisitos previstos por el plan de estudios.







