



## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

### POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

#### PLANES DE ESTUDIO: MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

#### CAMPOS DEL CONOCIMIENTO

1. **Biología Evolutiva.-** Campo de la biología que estudia los procesos y patrones de la adaptación, la especiación y la extinción de las especies. Es multidisciplinaria en cuanto a que utiliza principios tanto de la biología molecular y celular, como de la paleobiología, e incluye, entre otras disciplinas, a la ecología, la fisiología, la biogeografía, la sistemática, la genética y la domesticación de plantas y animales.

La biología evolutiva surge de la generación de una síntesis conceptual de las distintas escuelas del conocimiento biológico. A la propuesta de Darwin y Wallace sobre el mecanismo de la selección natural que explica muchos de los patrones adaptativos observados, se sumaron posteriormente otras áreas de la biología como la sistemática, la genética, la biogeografía, la ecología, la biología celular y molecular, para constituir la teoría de la evolución moderna. Este campo ha tenido un enorme desarrollo en los últimos 50 años y se ha convertido en la columna vertebral conceptual de la biología. En México, alrededor del 20% del conocimiento generado de esta disciplina se encuentra enmarcado en la biología evolutiva. En el Programa más de 50 tutores realizan investigación en biología evolutiva, y la demanda de aspirantes en este campo se estima en un 15%, es decir, alrededor de 20 y 30 alumnos aceptados en cada convocatoria. La capacidad del Programa para formar alumnos en este campo de conocimiento es elevada considerando su número de tutores. Hasta ahora, los aspirantes cuyo interés es formarse en biología evolutiva solicitan su ingreso en alguna de las tres orientaciones de la maestría vigente. La adición del campo en Biología Evolutiva les permitirá obtener una formación enfocada y sólida en su investigación. Entre las líneas de investigación que se desarrollan en Biología Evolutiva están: la bioinformática, biología del desarrollo, biomatemáticas, evolución fenotípica, filosofía, historia y enseñanza de la biología, genética de poblaciones, origen de la vida y paleobiología.

Además de la generación de conocimiento, la biología evolutiva tiene aplicaciones en otros campos del conocimiento humano como la conservación biológica, la agricultura y la producción animal, la medicina, la psicología y las ciencias sociales.

2. **Biología Experimental.**- Campo que explica los procesos biológicos basándose en la combinación de los modelos teóricos de frontera con las aproximaciones experimentales. Este campo surge de la necesidad de formar especialistas dedicados a entender los problemas biológicos en todos sus niveles de organización con el uso de métodos experimentales rigurosos. Por otro lado, la biología experimental es uno de los campos de mayor demanda entre la comunidad científica dedicada al estudio de los procesos celulares, moleculares y fisiológicos de diversos sistemas biológicos. La biología experimental existe actualmente como una orientación y permanece como campo debido a su demanda. No obstante, se ha detectado la necesidad de crear el campo de biomedicina que si bien comparte las bases teóricas y conceptuales de la biología experimental, es necesario se enfoque a los problemas de salud.

Los tutores dedicados a actividades experimentales representan más del 30% del total del padrón; en cuanto a los alumnos, éste es uno de los campos con mayor demanda de ingreso. Las líneas de investigación propias de la biología experimental en este Programa son: biofísica, biología celular, biología de la reproducción, biología molecular, bioquímica, fisiología, genética, genómica, inmunología, microbiología, neurobiología, parasitología, patología, proteómica y toxicología, entre otras.

3. **Biomedicina.**-Campo que estudia las funciones y alteraciones de la salud con modelos experimentales animales y/o humanos. Este campo de conocimiento se fundamenta en la necesidad de estudiar los mecanismos y funciones relacionadas con la salud, con el conocimiento de las bases teóricas de la bioquímica, biología molecular, celular, inmunología, entre las más importantes, así como en el estudio de los efectos del ambiente, metabolitos, fármacos y vacunas. Existe la urgencia de realizar investigación en líneas de investigación emergentes como la genómica, proteómica, vacunología, virología, errores en el metabolismo y de las adicciones.

Este campo está dirigido a la formación de maestros y doctores en ciencias biológicas con especialización en biomedicina que realicen investigación básica y aplicada sobre problemas de salud pública, epidemiología y enfermedades emergentes. El Posgrado en Ciencias Biológicas cuenta con una amplia planta de tutores (>100) en los institutos de Salud Pública de México quienes estudian problemas de salud de la población mexicana, por lo que muchos de los alumnos realizan investigación en dichas entidades. Es así como el posgrado se vincula con la sociedad al atender las demandas de investigación y desarrollo. Las líneas de investigación más relevantes que llevan a cabo los tutores son cáncer, farmacología y toxicología, fisiología, inmunología y enfermedades infecciosas, parasitología, patología y el campo emergente de la vacunología, entre otras.

4. **Ecología.**- Provee las bases conceptuales y metodológicas necesarias para describir, investigar y entender científicamente los factores que determinan la distribución y abundancia de los organismos, así como la dinámica y organización de las poblaciones, comunidades biológicas y ecosistemas. Por ello, se ofrecen actividades académicas de diversa índole en distintas escalas, espacio-temporales y de organización biológica, desde el individuo, poblaciones, comunidades y ecosistemas. El campo de la ecología surge de la necesidad humana de entender y manipular científicamente a la biosfera y a las interacciones y los factores que determinan la dinámica y estructura de las poblaciones de las especies biológicas y de las

comunidades y ecosistemas donde conviven. Este entendimiento es crucial para la supervivencia de la especie humana y para la atenuación o reversión de los efectos destructivos del ser humano sobre la biosfera.

Los tutores dedicados a actividades de ecología representan más del 20% del total del padrón y tiene una alta demanda de ingreso. Este campo se deriva de la orientación en biología ambiental.

La ecología tiene un amplio desarrollo en México y se cultivan diversas líneas de investigación entre las que se cuentan cambio climático global, conservación ecológica, contaminación ambiental, diversidad y estructura de comunidades, ecofisiología, historias de vida, ecología de enfermedades infecciosas, ecología de la conducta, ecología de la fragmentación, ecología de las invasiones biológicas, ecología de poblaciones, ecología del paisaje, ecología evolutiva, ecología funcional, ecología molecular, ecología química, ecología de las interacciones bióticas, ecología del suelo y macroecología.

5. ***Manejo Integral de Ecosistemas.***- El manejo de ecosistemas ha surgido como un marco teórico para enfrentar los retos de investigación que impone el resolver la degradación de los ecosistemas en el planeta como consecuencia de las actividades humanas. En este marco se reconoce que los humanos son parte de los ecosistemas, que las respuestas a estudios ecológicos son dependientes de la escala de análisis, y que el manejo integral de ecosistemas debe ir dirigido hacia la sustentabilidad.

Este campo requiere de un enfoque interdisciplinario, trans-escalar y participativo, y su investigación está encaminada a la conservación, aprovechamiento y a la restauración de los ecosistemas, según corresponda a la integridad de los mismos y a las necesidades de manejo por la sociedad. Por ello, es necesario que el estudio integral de los ecosistemas abarque tanto a las sociedades humanas que dependen de ellos, como los medios que utilizan para manejarlos, con el objeto de producir conocimiento útil a la sociedad que repercute en un adecuado manejo sustentable.

Los tutores dedicados a actividades de manejo integral de ecosistemas representan más del 10% del total del padrón.

Este campo se deriva de la orientación en Biología Ambiental, y se adiciona como un campo de conocimiento emergente debido a la gravedad del deterioro de los ecosistemas naturales y humanos en México y en el mundo. Este es un campo con una demanda ascendente.

Las líneas de investigación que desarrollan los tutores de este campo son: restauración ecológica, biología de la conservación, manejo de recursos naturales, etnobiología, etnoecología, biogeografía, economía ambiental, sociología, ciencias políticas, geografía, educación ambiental y filosofía de la ciencia.

6. ***Sistemática.***- Este campo comprende un conjunto de áreas biológicas cuyo objetivo común es descubrir y entender la diversidad biológica del planeta, así como manejar y utilizar dicho conocimiento.

En este campo se plantean objetivos amplios que van desde explorar, descubrir y nombrar la biodiversidad por medio de disciplinas como la taxonomía y la nomenclatura, establecer colecciones científicas, analizar los atributos de taxones específicos y supra-específicos de distintos grupos biológicos a través de la morfología y del análisis molecular para proponer hipótesis sobre la historia evolutiva y biogeográfica de los organismos por distintos medios de inferencia filogenética, así como su aplicación para el manejo y conservación de la diversidad biológica.

En un país megadiverso como México es imperativo formar recursos humanos con una sólida preparación en el estudio de la biodiversidad, encaminados a desarrollar una carrera científica en taxonomía y sistemática. La sistemática es un campo de conocimiento de reconocida tradición en México y exclusivo de las ciencias biológicas.

Los tutores dedicados a actividades de sistemática representan más del 10% del total del padrón. Este campo se deriva de la orientación con el mismo nombre. Las líneas de investigación incluyen la taxonomía, sistemática filogenética, sistemática molecular, biogeografía, análisis de la biodiversidad, biología de la conservación, macroevolución y la paleobiología.

La conformación de los seis campos de conocimiento, antes señalados, es un reconocimiento explícito de que las tres orientaciones de la maestría en Ciencias Biológicas (1998) y las líneas de investigación en el doctorado eran insuficientes para ofrecer una formación de calidad a los alumnos en su investigación. Esta nueva conformación del Posgrado en Ciencias Biológicas responde a la necesidad de expansión y modernización de sus planes de estudio, para colocarlo en un plano competitivo en el nivel internacional y mantener su liderazgo en el país.

En síntesis, las orientaciones del plan de estudios de maestría actualmente vigente se reestructuran para dar lugar a seis campos de conocimiento, cada uno con distintas líneas de investigación. La orientación de Biología Ambiental da lugar a los campos de conocimiento de Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas. El campo de Ecología conserva líneas de investigación de la orientación en Biología Ambiental, particularmente las relacionadas con ecología teórica y las aplicadas a la investigación teórica. El estudio formal de la ecología se inició a principios del siglo XX y en las últimas décadas ha tenido un crecimiento exponencial concomitante con la diversificación de sus áreas de especialización. Las áreas aplicadas del conocimiento ecológico, sobre todo aquellas dirigidas al aprovechamiento, conservación y restauración se abordan en el campo de Manejo Integral de Ecosistemas, mismo que se complementa con este campo, ya que las aplicaciones prácticas deben sostenerse sobre bases teóricas sólidas. Otro campo estrechamente ligado al de Ecología es el de la Biología Evolutiva, ya que el entendimiento de las interacciones ecológicas hace necesario el conocimiento de los procesos evolutivos que las han moldeado y a su vez la evolución de las especies ocurre en un contexto ecológico.

La creciente degradación de los ecosistemas naturales, particularmente en el país, hace necesario abordar dicho problema de manera integral, incorporando las bases teóricas de la ecología, los aportes de las ciencias sociales y humanas, así como el conocimiento empírico utilizado históricamente en el manejo de los ecosistemas. Lo anterior ha sido el punto de partida para la creación del nuevo campo de Manejo Integral de Ecosistemas, mismo que proveerá a los alumnos con las bases teórico-conceptuales para la conservación, aprovechamiento y restauración de los ecosistemas. El plan de estudios de la Maestría en Ciencias Biológicas vigente carecía de actividades académicas integradoras que enseñen explícitamente qué es el manejo integral de ecosistemas, la restauración ecológica y la investigación interdisciplinaria, trans-escalar y participativa. Puesto que este campo de conocimiento es emergente, se prevé una alta demanda de egresados que atiendan la problemática de los ecosistemas mexicanos.

La orientación de Biología Experimental da lugar a los campos de conocimiento de Biología Experimental y Biomedicina, y su modificación se basa en la necesidad de atender los problemas de salud e investigación clínica de México, empleando la metodología científica rigurosa de las ciencias experimentales básicas (p.ej., biofísica, biología celular, inmunología, biología del desarrollo, genética, etc.).

La orientación en Sistemática da lugar al campo de conocimiento en Sistemática. La Sistemática es un campo muy consolidado y es heredero de una larga tradición naturalista de exploración de la biodiversidad del planeta, cuya agenda se enriquece actualmente con los enfoques modernos como la inferencia filogenética (fenética, cladística e inferencia bayesiana), aplicados tanto a caracteres morfológicos, como a marcadores moleculares. De esta manera, la sistemática, además de descubrir y

clasificar la diversidad biológica, tarea fundamental, pretende entender esta diversidad por medio del análisis de la variación de caracteres, la propuesta de hipótesis filogenéticas y el análisis de los patrones de distribución geográfica. La sistemática tiene implicaciones profundas en el manejo y uso de la biodiversidad. Los nuevos enfoques que emplean la interpretación de las secuencias génicas o el código de barras del ADN (“DNA barcoding”), que persiguen facilitar el descubrimiento de especies y la separación de especies problema con el uso de técnicas rápidas y económicas (*v.gr.*, el uso de un sólo marcador molecular como el COI) dependen de una sólida taxonomía preexistente. El desarrollo de un campo de conocimiento sólido en sistemática, es importante no sólo en el futuro de esta disciplina en el país, sino en otros de América Latina (*v.gr.*, países de América Central y algunos de América del Sur), donde también existe una fuerte necesidad por desarrollarlo. La valoración del estado crítico de la biodiversidad mundial, el florecimiento conceptual impulsado por la cladística y la inferencia bayesiana, los avances tecnológicos como la PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) y la utilización de marcadores moleculares múltiples, así como el incremento de programas computacionales son factores determinantes para la renovación de la sistemática. Esta renovación y la multiplicidad de enfoques garantizan su vigencia y demanda, así como el crecimiento en la formación de investigadores en este campo.