



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROYECTO DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

DENOMINACIÓN DE LOS PLANES DE ESTUDIO QUE SE CREAN:

Maestría en Ciencias de la Sostenibilidad
Doctorado en Ciencias de la Sostenibilidad

CAMPOS DE CONOCIMIENTO QUE COMPRENDE LA MAESTRÍA:

Contextos urbanos
Manejo de sistemas acuáticos
Política, gobernanza e instituciones
Restauración ambiental
Sistemas energéticos
Vulnerabilidad y respuesta al cambio global

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN QUE COMPRENDE EL DOCTORADO:

Cambio global, vulnerabilidad y resiliencia
Sistemas socioambientales, complejidad y adaptación
Gobernanza, planeación colaborativa y aprendizaje social
Límites, trayectorias y transición a la sostenibilidad
Monitoreo y evaluación de sistemas socioambientales
Urbanismo e infraestructura sostenible
Diseño de sistemas sociotecnológicos

DENOMINACIÓN DE LOS GRADOS QUE SE OTORGAN:

Maestro(a) en Ciencias de la Sostenibilidad
Doctor(a) en Ciencias de la Sostenibilidad

ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES:

Facultad de Ciencias
Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León
Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia
Instituto de Ecología

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Instituto de Biología
Instituto de Investigaciones Económicas
Instituto de Investigaciones Sociales
Centro de Investigaciones en Ecosistemas
Instituto de Ingeniería
Instituto de Energías Renovables

ENTIDADES ACADÉMICAS COLABORADORAS:

Facultad de Arquitectura
Facultad de Economía
Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación

FECHA DE APROBACIÓN DE LOS CONSEJOS TÉCNICOS RESPECTIVOS:

Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias: 10 de febrero de 2014
Consejo Técnico de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León: 7 de febrero de 2014
Consejo Técnico de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia: 7 de febrero de 2014
Consejo Técnico de la Investigación Científica: 29 de mayo de 2014
Consejo Técnico de Humanidades: 12 de mayo de 2014

FECHA DE OPINIÓN FAVORABLE DEL CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSGRADO: 11 de septiembre de 2014

FECHA DE OPINIÓN FAVORABLE DEL CONSEJO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS, QUÍMICAS Y DE LA SALUD (CAABQYS): 2 de diciembre de 2014

FECHA DE OPINIÓN FAVORABLE DEL CONSEJO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS SOCIALES (CAACS): 13 de noviembre de 2014

FECHA DE OPINIÓN FAVORABLE DEL CONSEJO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS Y DE LAS INGENIERÍAS (CAACFMI): 10 de noviembre de 2014

FECHA DE APROBACIÓN DEL H. CONSEJO UNIVERSITARIO: 24 de marzo de 2015

1. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

1.1. Introducción

Desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo (también conocida como la Cumbre de la Tierra) realizada en 1992 en Río de Janeiro, la educación se identificó como una de las fuerzas centrales dentro del proceso del desarrollo sostenible durante el siglo XXI. Desde entonces, las demandas y necesidades de educación en sostenibilidad, en todas sus formas, permanecen como un imperativo.

En el año 2002, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó del año 2005 al 2014 como el Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Esta iniciativa tiene como objetivo incorporar los temas fundamentales del desarrollo sostenible a la enseñanza y el aprendizaje, por ejemplo, el cambio climático, la reducción del riesgo de desastres, la biodiversidad, la reducción de la pobreza y el consumo sostenible.

En particular, la educación superior está fuertemente involucrada en la atención a estos retos, ya que forma profesionales que no sólo se encuentran en una posición del que observa, critica y evalúa lo que sucede fuera de los muros de la institución educativa, sino que son actores que dan forma a la realidad al comprenderla, reflexionarla, e incluso cambiarla.

Para responder a los retos que impone el desarrollo sostenible se han creado recientemente nuevos programas de posgrado e instituciones académicas (en México y en el extranjero). Si bien la UNAM ha sido reconocida internacionalmente por la calidad de la investigación y la enseñanza, no existe a la fecha un programa académico de investigación y formación de recursos humanos que incorpore de manera sistemática e integral las corrientes de pensamiento más recientes sobre las nuevas ciencias de la sostenibilidad. Es en este contexto se enmarca la propuesta que aquí se presenta, con el propósito de contribuir a la creación de las nuevas perspectivas académicas y científicas que requiere el país.

1.2. Antecedentes Institucionales

Desde los años 70 aparece en México el interés por los temas ambientales, aunque de manera incipiente y, en general, sin integrarse a los programas educativos. Ante la problemática ambiental del país, en los años 80 se planeó una maestría en el Instituto de Biología de la UNAM con apoyo del CONACYT. En ese proyecto se planteaba la necesidad de formar profesionistas especializados que manejaran las herramientas conceptuales y metodológicas para hacer frente a los problemas concretos en diferentes ramas de las ciencias ambientales (IBUNAM, 1986). Durante este proceso se entrevistó a funcionarios (n=69) de dependencias gubernamentales que tenían alguna relación o trabajaban en el área ambiental. Los resultados de esa encuesta se muestran en la gráfica siguiente, donde se identifican los temas relevantes de la época, en los cuales existía una mayor necesidad de formación (IBUNAM, 1986) (Ver Figura 1).

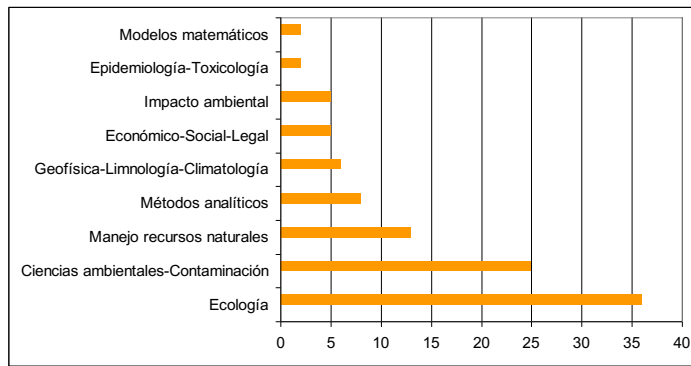


Figura 1. Temas considerados como prioritarios para el programa de Maestría en Ciencias Ambientales en la década de los 80.

Se trataba de una maestría¹ con una estructura que partía de las necesidades del país, donde el alumno desarrollaría la capacidad de aplicación metodológica y práctica para la solución de problemas, y donde participaría personal de las instituciones gubernamentales que tenían la responsabilidad de la solución de dichos problemas ambientales. Sin embargo, debido a que no se contó con suficientes especialistas en las áreas de manejo y conservación de recursos naturales, contaminación ambiental e impacto ambiental y restauración ambiental, el proyecto no se consolidó (Jiménez *et al.*, 1986; Maya y Mazari, 1990).

Posteriormente, en los años 90 resaltaba la necesidad de llevar a cabo trabajo interdisciplinario. Ello requería una profunda transformación de la estructura universitaria en su conjunto, así como la modificación de los objetivos y contenidos de los programas con una visión incipiente de sostenibilidad, donde era necesario promover el desarrollo de habilidades y destrezas para el manejo integrado de los problemas (Maya y Mazari, 1990).

Finalmente en 1998 se crea la Maestría en Ciencias Biológicas que incluía tres orientaciones (Biología Experimental, Biología Ambiental y Sistemática). En 2010 se modifica y la orientación de Biología Ambiental da lugar a dos campos de conocimiento (Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas).

Con el fin de analizar la percepción que existe actualmente sobre las necesidades de formación en temas relacionados con la sostenibilidad, se llevó a cabo una encuesta abierta en 2010² a practicantes, académicos y autoridades en materia de ordenamiento ecológico, impacto ambiental y conservación de la biodiversidad. Los resultados de esta encuesta se muestran en las dos gráficas siguientes, mismas que permiten identificar los temas en los que existen las mayores necesidades de formación. Como se observa en la siguiente gráfica, los temas más relevantes se relacionan con la resolución de conflictos ambientales, la planeación colaborativa/participativa y los análisis geoespaciales (ver Figura 2).

¹ Maestría en Ciencias (Ecología y Ciencias Ambientales), propuesta por la Facultad de Ciencias al Consejo Universitario, aprobada la creación el 19 de octubre de 1989 [of. núm. 2/1228].

² Encuesta realizada en línea mediante el servicio “Survey Monkey” (n=126) y diseñada por el Laboratorio de las Ciencias de la Sostenibilidad del Instituto de Ecología de la UNAM.

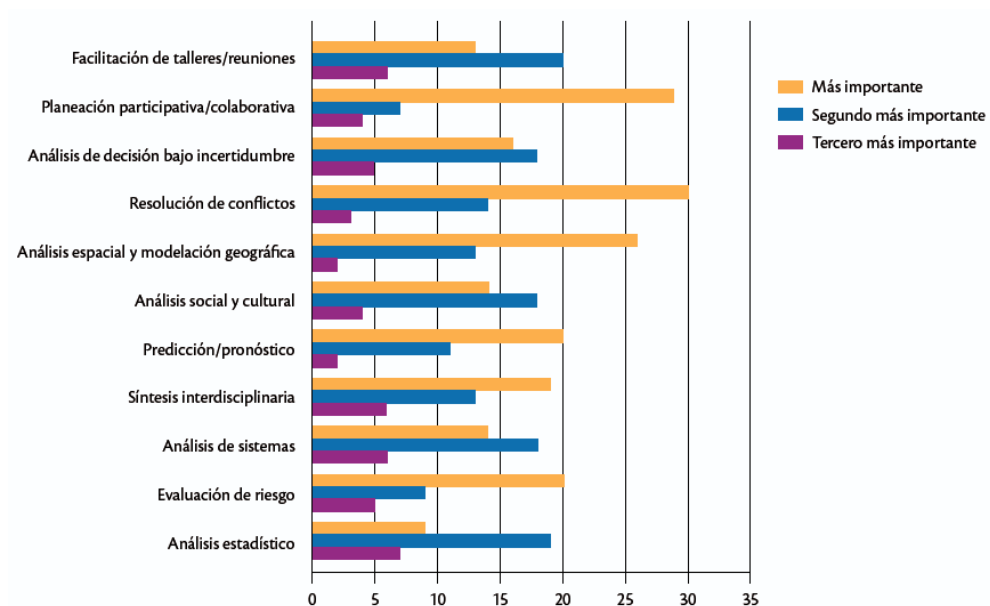


Figura 2. Técnicas o métodos considerados como más importantes que un especialista en desarrollo sostenible debe dominar en los próximos 10 años

Por otra parte, la gráfica siguiente (Figura 3) muestra qué temas específicos consideran los encuestados como prioritarios para incluir en un programa de creación de capacidades. Destacan aquellos temas dirigidos al manejo de recursos naturales, la conservación de la biodiversidad, el cambio climático y la planeación ambiental/urbana. En segundo término, destacan temas relacionados con la generación de políticas públicas, desarrollo rural y comunitario, derecho ambiental, economía ambiental, ingeniería ambiental y energía.

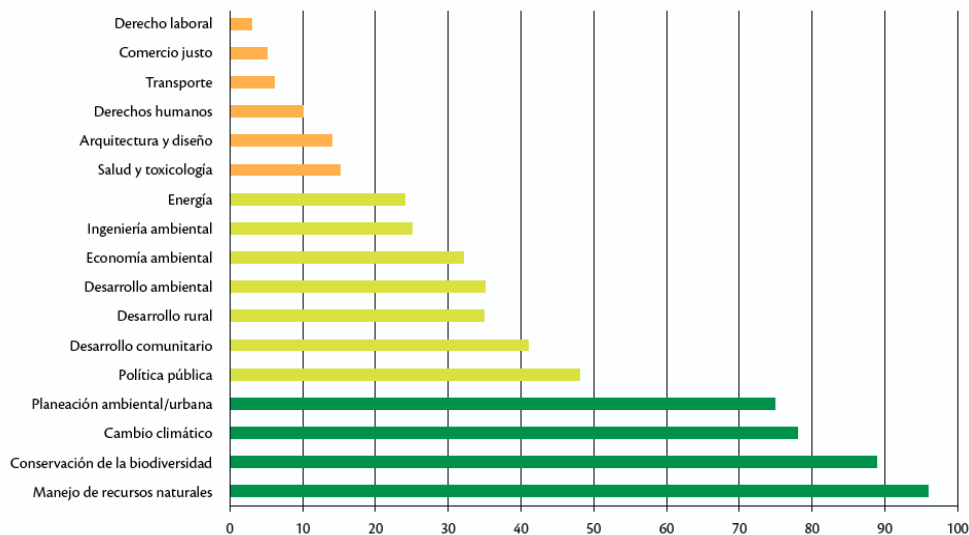


Figura 3. Temas específicos considerados como prioritarios para incluir en un programa de creación de capacidades

La comparación de las dos encuestas revela que aun cuando ha habido avances en los temas ambientales en México, más que haberse solucionado, la problemática ambiental se ha diversificado y profundizado, por lo que se observa la necesidad de promover y reforzar la atención a los problemas de sostenibilidad desde un enfoque integral, tanto inter como transdisciplinariamente.

Estos resultados permitieron identificar las áreas de conocimiento con mayor demanda, así como orientar el desarrollo del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, considerando las necesidades actuales de México.

El Programa que aquí se presenta jugará un papel relevante en esta nueva aproximación, al abordar problemas con miras al desarrollo nacional. Asimismo, es previsible un incremento en la demanda de recursos humanos con una formación sólida en sostenibilidad. Por otro lado, este Programa pretende contribuir al desarrollo de las ciencias de la sostenibilidad y tener una influencia en el corto plazo tanto en México como en Latinoamérica.

1.3. Fundamentación del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad

Hoy en día nuestro planeta vive el mejor y el peor de los tiempos. El mundo está experimentando una prosperidad sin precedentes, pero también está bajo un estrés nunca antes visto. Es evidente que durante la segunda mitad del siglo XX el bienestar humano experimentó mejoras substanciales en muchas partes del mundo, como el incremento en la esperanza de vida en la mayoría de los países. Sin embargo, la desigualdad entre los ricos y los pobres es cada vez mayor, y todavía hay más de 1,000 millones de personas que viven en la pobreza. En muchos países se están levantando olas de protesta que reflejan aspiraciones universales a un mundo más próspero, justo y sostenible (United Nations Secretary-General's High-level Panel on Global Sustainability, 2012).

Asimismo, los patrones de comportamiento de los seres humanos en el planeta, sean o no planeados, generan cambios en los procesos sociales y ecológicos que no solamente se limitan a fenómenos locales o incluso regionales, sino que alcanzan dimensiones globales. Todos estos cambios están influyendo en la calidad de vida de la población y ponen en peligro la satisfacción de las necesidades de las sociedades humanas tanto en el presente como en el futuro.

La transformación de un ecosistema para satisfacer necesidades humanas, como la tala de un bosque para fines agrícolas, implica siempre una transacción. Los servicios que dicho ecosistema aportará ahora serán distintos: se gana la capacidad de producción de alimentos pero se pierden otros servicios como la captación de agua, la retención de suelos y la captura de bióxido de carbono. Estas transacciones no han sido hasta ahora valoradas de manera adecuada y no se acostumbra comparar los costos de la pérdida de unos servicios con los beneficios por la obtención de otros (CONABIO, 2006).

Esta situación ha producido, a escala global, daños severos a los sistemas que mantienen las posibilidades de vida en el planeta. Por ejemplo, la mitad de los bosques tropicales y templados del mundo han desaparecido; la mitad de los humedales y un tercio de los manglares tampoco existen ya; 95% de los grandes peces depredadores, pertenecientes a la punta de la pirámide trófica se han perdido y tres cuartas partes de las pesquerías del mundo se han agotado o se explotan a su máxima capacidad; se han perdido 20% de los arrecifes coralinos, y la mayor parte de las tierras agrícolas de las zonas semiáridas están muy deterioradas. Un alto número de substancias tóxicas producto de la actividad

industrial se encuentra almacenado en los tejidos de los seres vivos (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

La producción de energía y el transporte que utiliza combustibles fósiles generan cada año alrededor de 3,500 millones de toneladas de carbono que se acumula en la estratosfera. Esto ha disparado un proceso acelerado de cambio climático, de consecuencias imprevisibles, y en algunos casos irreversibles. El almacenamiento de agua dulce en embalses se duplicó en los últimos 40 años del siglo pasado y representa más del 25% del flujo de todos los ríos del mundo, de los cuales varios ya no alcanzan a drenar en el mar en la temporada seca, como el Colorado, el Amarillo, el Ganges o el Nilo (CONABIO, 2006).

El cambio climático tiene serias implicaciones en el desarrollo. Eventos como sequías, inundaciones y cambios estacionales que resultan del aumento en la temperatura a nivel global, afectan directamente la producción de alimentos y la disponibilidad de agua. Esto repercute en actividades productivas tales como la agricultura, la ganadería, la pesca, etc. Las comunidades rurales más pobres de los países en desarrollo que se dedican a las actividades productivas de subsistencia son las más vulnerables ante estos impactos (La Trobe, 2002).

Es necesario comprender las dimensiones del problema y reconocer que las altas demandas del estilo de vida moderno que dependen de modalidades de producción y consumo insostenibles, así como los efectos del crecimiento demográfico, son los factores que causan la crisis socioambiental. Se espera, por ejemplo, que la demanda de recursos aumentará exponencialmente dado que la población mundial se incrementará de 7,000 millones a más de 9,000 millones para 2050, y que el número de consumidores de clase media aumentará en 3,000 millones durante los próximos 20 años. Para el año 2030, el mundo necesitará por lo menos un 50% más de alimentos, 45% más de energía y 30% más de agua. Esto sucede además, en un momento en que el cambio climático está influyendo en muchos aspectos de la salud humana y del planeta (United Nations Secretary-General's High-level Panel on Global Sustainability, 2012).

Responder a las necesidades humanas fundamentales y a la conservación del sistema que soporta la vida en el planeta es la esencia de la sostenibilidad, idea que surge desde finales de los 80s y se consolida a lo largo de los 90. El problema es que 25 años después el desarrollo sostenible se mantiene como un concepto de aceptación generalizada, pero todavía no como una realidad cotidiana y práctica. En la actualidad está claro que la sostenibilidad implica una profunda transformación social para lograr un planeta en el que se preserven los elementos de bienestar de las generaciones presentes y futuras, a través de un desarrollo justo, equitativo y ético.

El Grupo de Alto Nivel sobre la Sostenibilidad Mundial del Secretario General de las Naciones Unidas (2012) afirma que el desarrollo sostenible no es un destino sino un proceso dinámico de adaptación, aprendizaje y acción. Supone reconocer y comprender las interrelaciones, especialmente las que existen entre la economía, la sociedad y el medio ambiente, y actuar al respecto. También señala que se han hecho avances, pero no han sido rápidos ni suficientemente profundos, por lo que cada vez es más urgente emprender acciones de mayor alcance.

La noción del desarrollo sostenible en México, desde su inserción en la legislación ambiental hace más de dos décadas, ha ido apareciendo en muchos ámbitos de la sociedad y el gobierno. No obstante, existen todavía enormes vacíos en las capacidades de las instituciones académicas, el gobierno

y la sociedad organizada sobre cómo abordar los retos que implica el tránsito hacia la sostenibilidad. Ello ha limitado enormemente la efectividad de los instrumentos de la política de desarrollo sostenible que contempla la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente.

En particular, son notorias las debilidades conceptuales y metodológicas en los procedimientos de evaluación, análisis e implementación de los programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP), los Ordenamientos Ecológicos del Territorio (OET), las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) y los Planes de Desarrollo Urbano (PDU). Tales vacíos han limitado la efectividad de las leyes y políticas públicas del país para responder a los nuevos problemas globales, como son la falta de atención a la diversidad cultural, el crecimiento de la población, los grandes movimientos de población (como la migración del campo a la ciudad o a otros países), la acelerada y desordenada urbanización, así como el crecimiento de la población, el alto consumo de servicios ambientales (como agua, alimentos y energía), la inequidad de género y de oportunidades, la carencia de organismos que estimulan la participación pública, la desigualdad económica, la globalización, la introducción de especies exóticas en ecosistemas naturales, las consecuencias del cambio climático sobre la biodiversidad y sobre la producción agrícola, las enfermedades emergentes, y las secuelas de la introducción de organismos genéticamente modificados en los sistemas agrícolas, entre otros.

En los últimos dos siglos, pero sobre todo en las últimas cuatro décadas, en México, como en el resto del mundo, la actividad humana se ha convertido en un factor de modificación profunda de la naturaleza y de los procesos ecológicos. El factor de mayor impacto en la pérdida de ecosistemas terrestres y la diversidad biológica es la deforestación. Hacia 1976 la cobertura vegetal original de los ecosistemas naturales del país se había reducido a 62% y para 1993 representaba solamente 54% de su superficie original. La cobertura de los bosques y selvas del país representaba en 2002 solamente 38% de su extensión original, con las mayores pérdidas ubicadas en las zonas tropicales (CONABIO, 2006). En este sentido, Sarukhán *et al.*, 2009 han mencionado que: *“hemos extraído los bienes y servicios que nos brindan los ecosistemas como si se tratase de un almacén de reserva infinita cuando en muchos casos se ha llegado al fondo del almacén y se ven claramente sus limitaciones”*.

A pesar de que la superficie cultivada del país se ha mantenido relativamente estable (un poco menos de 23 millones de ha) en los últimos 20 años y que se ha experimentado un ligero incremento, la producción nacional de granos satisface solamente el 65% de la demanda. Además, el uso ineficiente de agroquímicos y la apertura de tierras en áreas no aptas para la agricultura, tienen como consecuencia una grave erosión, deforestación y contaminación, tanto de suelos como de sistemas acuáticos. La producción de alimentos de manera sostenible es, sin duda, un tema de seguridad nacional que garantice la alimentación de las generaciones futuras. Por otra parte, los ecosistemas transformados para la producción ganadera constituyen los más extendidos en todo el territorio y representan el principal factor asociado al cambio de uso del suelo en el país. En 1990 se estimaba que cerca del 66% de la superficie del país estaba dedicada a la producción de carne por medio de la ganadería mayor y menor.

Los problemas no se limitan a los ambientes terrestres, ya que la capacidad de los ecosistemas marinos de México está disminuyendo debido a la sobrepesca, al deterioro de los ecosistemas que son esenciales para completar el ciclo de vida de las especies de interés comercial y a la introducción de especies exóticas. Los ejemplos más claros del colapso de las pesquerías y la desaparición de especies pesqueras en México incluyen el agotamiento de poblaciones de tortugas marinas, totoaba, abulón y mero. Asimismo, a pesar de la riqueza piscícola de México y de que se han identificado más de 130

especies con potencialidad de cultivo, la acuicultura en zonas continentales del país se basa fundamentalmente en dos especies introducidas: la carpa (de China) y la tilapia (de África). Ambas han llevado a la extinción local de especies nativas, muchas de ellas endémicas (Sarukhán *et al.*, 2009).

Como país miembro de las Naciones Unidas, México asumió el compromiso de apoyar y dar seguimiento a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Entre ellos, el séptimo establece "*Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente*" debido a su importancia en la salud, la igualdad de género, la lucha contra la pobreza, y los demás componentes del desarrollo. Las metas asociadas al cumplimiento de dicho objetivo buscan incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas públicas, reducir la pérdida de recursos naturales y diversidad biológica, frenar la contaminación de la atmósfera, aumentar el acceso a los servicios de agua potable y saneamiento, así como de vivienda.

A pesar de que México tiene una larga historia de impactos negativos sobre su capital natural, en años recientes ha logrado cambios y avances sustantivos favorables, que sentaron algunas de las bases para la conservación y el manejo sostenible de dicho capital. Sin embargo, el tránsito hacia la sostenibilidad ambiental se ha enfrentado con serios obstáculos, por lo que se deben fijar metas concretas en conservación, manejo sostenible y restauración, así como su logro mediante acciones integrales, coordinadas y transversales de políticas públicas que valoren la biodiversidad y los servicios ambientales (CONABIO, 2008).

Evidentemente, la efectividad de dichas políticas y acciones depende de: (1) que existan profesionales capaces de diseñarlas e implementarlas, (2) que su diseño, implementación y seguimiento esté soportado por el conocimiento científico y (3) que se incorporen las causas directas de la degradación (pobreza, crecimiento poblacional, pérdida de la diversidad cultural y prácticas políticas hegemónicas), así como las causas indirectas (falta de certeza en la tenencia de la tierra, derechos de uso de recursos naturales inadecuados o inexistentes, presiones para el uso del recurso y cambio de uso de suelo, debilidades legales e institucionales, falta de valor económico para los servicios ambientales, tecnologías de producción no sostenibles, políticas de mercado y comerciales no sostenibles) entre otras. Consecuentemente, resulta prioritario para el país la generación de nuevas capacidades en planeación y toma de decisiones, para lo cual se requiere de un enfoque académico innovador.

La propuesta de crear un nuevo Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad es una iniciativa académica que representa un nuevo reto de enseñanza para la UNAM. Surge como respuesta a la necesidad de generar nuevas habilidades para dar soluciones prácticas, útiles e inmediatas a los grandes problemas nacionales. Entre estos retos resaltan la creciente desigualdad socio-económica y la pobreza, la seguridad alimentaria (referida por ejemplo al colapso de pesquerías y la merma de cultivos), la pérdida de la biodiversidad y el decrecimiento de los servicios ecosistémicos asociados, la contaminación y escases del agua, y el cambio climático.

Antes de considerar la opción de conformar un nuevo posgrado, se analizó la posibilidad de conformar una Orientación Interdisciplinaria de Posgrado (OIP). Una OIP se refiere a un campo de estudio que comprende temas emergentes que no se circunscriben a una sola disciplina y se integran por programas de posgrado ya existentes. Al evaluar el funcionamiento de las OIP se identificaron algunos aspectos incompatibles que se mencionan a continuación:

1. Los programas de posgrado existentes que podrían ser compatibles para constituir una OIP en sostenibilidad se enfocan principalmente a la formación de investigadores, a diferencia de una de las metas de este Posgrado que responde a la demanda de formar expertos que puedan

desempeñarse como funcionarios de gobierno, consultores, ejecutivos y empresarios capacitados en las diferentes vertientes que implican las políticas nacionales e internacionales de desarrollo sostenible.

2. Otra limitación de las OIP reside en que tanto estudiantes como tutores se deben sujetar a las reglas del programa ya existente en el que se inscriben los alumnos. Al revisar las reglas de los posgrados que se podrían considerar afines, se detectaron incompatibilidades importantes con las necesidades y visión de las ciencias de la sostenibilidad.

3. El grado que se otorgaría por una OIP tendría que corresponder al programa de inscripción. Esto limitaría las oportunidades profesionales de los egresados que día con día van en aumento dentro del campo del desarrollo sostenible.

4. La conformación del subcomité para una OIP se restringe a los representantes de los comités académicos de los posgrados participantes. La experiencia ha demostrado que la creación de comités con énfasis transdisciplinarios ha sido un reto difícil, sobre todo cuando se han intentado combinar las ciencias y las humanidades en la formación de nuevos perfiles profesionales.

En virtud de las limitaciones que conllevan la creación de una OIP para los objetivos académicos y de certificación para el campo laboral es que se optó la creación de un nuevo Programa de posgrado, en el que pudiesen participar las entidades académicas afines a los propósitos actuales del mismo.

1.3.1. Oferta de planes de estudio afines

En el año 2000 la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), a través del "Plan de Acción para el Desarrollo Sustentable en las Instituciones de Educación Superior", promovió que las universidades en México desarrollaran e implementaran un plan para incorporar la perspectiva ambiental y de sostenibilidad dentro del currículo de sus programas (Juárez-Najera, *et al.*, 2006).

Una muestra de la importancia que han adquirido en México estos temas en los últimos años, es el aumento en la oferta de programas de posgrado relacionados con las ciencias ambientales y la sostenibilidad. Como resultado de una búsqueda exhaustiva se presentan los siguientes programas de maestría y doctorado en México:

- El Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, busca formar científicos de alto nivel, capaces de generar conocimientos innovadores que contribuyan a la transformación, desarrollo y preservación del entorno natural, social y patrimonial del estado de Chiapas.
- El Doctorado en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad de la Universidad de Guadalajara, propone formar docentes, investigadores y profesionistas especializados en el análisis urbano-territorial, la gestión de la ciudad, la planeación urbana y el ordenamiento territorial orientados a la sustentabilidad integral, con la capacidad de manejar los fundamentos tanto teóricos como científicos de los procesos y agentes que participan en el desarrollo territorial y

urbano, para equilibrar la relación de los sistemas antrópicos y seminaturales, así como su relación con la sociedad.

- La Maestría en Estudios Transdisciplinarios para la Sostenibilidad que ofrece la Universidad Veracruzana, cuyo programa tiene un enfoque básicamente social, donde se plantea formar investigadores y profesionistas capaces de generar prácticas, estrategias y experiencias transdisciplinarias dirigidas a crear procesos de auto-organización en los sistemas sociales.
- La Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad que se imparte también en la Universidad Veracruzana tiene como objetivo formar maestros con competencias para diseñar, implementar y evaluar propuestas y proyectos de gestión ambiental orientados hacia el establecimiento de nuevas formas de relación entre sociedad y medio ambiente, que contribuyan a transitar hacia un desarrollo sustentable, con actitud de responsabilidad, compromiso, capacidad de comunicación y colaboración con los diversos sectores sociales y dependencias de la administración pública para atender las necesidades del entorno.
- La Maestría en Ciencias en Desarrollo Sostenible que imparte el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, donde el objetivo es formar especialistas que actúen como líderes en el camino hacia el desarrollo sostenible, innovando a través de tecnologías limpias, incorporando estrategias para la prevención de la contaminación, gestionando eficientemente los recursos naturales y fomentando el bienestar tanto social como económico de las comunidades. En este programa se pretende que el alumno incorpore la investigación y el aprendizaje por cuenta propia como herramientas básicas para solucionar problemas relacionados con la producción eco-eficiente, la planeación estratégica, el desarrollo socioeconómico, el establecimiento de políticas públicas, el derecho ambiental y la administración sostenible en el sector público y privado.
- La Maestría en Derecho Ambiental y Política Pública que se imparte en la Universidad del Medio Ambiente, Valle de Bravo, Estado de México. El programa se enfoca en el desarrollo de instrumentos legales y políticas públicas, con una visión interdisciplinaria que incorpora la dimensión social, ecológica y ética, basada en el aprendizaje a través de acciones, el desarrollo personal y el conocimiento ambiental de punta.
- La Maestría en Ciencias y Conservación de Recursos Naturales y Medio Ambiente que imparte la Universidad Juárez del Estado de Durango, tiene como objetivo formar profesionales capaces de diagnosticar, analizar, integrar, desarrollar, proponer y aplicar holísticamente alternativas de solución a problemas de productividad y sustentabilidad de los ecosistemas, desarrollando la capacidad para la investigación científica, básica y aplicada, que contribuya al avance del manejo y conservación de recursos naturales renovables y medio ambiente.
- La Maestría en Estudios Regionales en Medio Ambiente y Desarrollo que imparte la Universidad Iberoamericana de Puebla, tiene como objetivo formar profesionales que desde diferentes perspectivas disciplinarias contribuyan a soluciones interdisciplinarias de los problemas ambientales, vinculados al desarrollo de las sociedades contemporáneas de la región latinoamericana.

- La Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente que imparte el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional de Sinaloa. El objetivo del programa es formar estudiantes en el área de recursos naturales y medio ambiente, bajo esquemas de sustentabilidad dentro del marco legal vigente, así como evaluar el impacto de las diferentes actividades económicas y sociales y proponer soluciones a los problemas relacionados con la productividad, transferencia de tecnología, así como manejo de sistemas terrestres y acuáticos.
- La Maestría en Administración Integral del Ambiente que imparte el Colegio de la Frontera Norte, tiene como objetivo formar estudiantes en el análisis de fenómenos socioambientales, con capacidad para investigar, analizar e interpretar problemas ambientales desde un enfoque interdisciplinario, así como para el diseño, la implementación, evaluación y gestión de políticas ambientales en contextos espacialmente diferenciados.
- Maestría en Ciencias en Recursos Naturales que imparte el Instituto Tecnológico de Sonora, tiene como objetivo formar maestros calificados en el aprovechamiento, gestión y mejoramiento de la calidad de los recursos naturales, con conocimientos, habilidades y actitudes que les permitirán resolver en forma científica e interdisciplinaria la problemática de los recursos naturales regionales relacionados con la hidrología, conservación de los recursos hídricos, del medio ambiente y de los ecosistemas.
- La Maestría en Desarrollo y Ambiente que ofrece la Universidad Simón Bolívar es un programa multidisciplinario que tiene como objetivo desarrollar en los estudiantes las competencias para realizar el análisis profundo y sistematizado de los aspectos relevantes del Desarrollo y el Ambiente, y para aplicar métodos de investigación propios de las disciplinas involucradas.

Asimismo, a nivel internacional la oferta de programas relacionados con esta disciplina también ha aumentado en los últimos años. La Asociación para el Progreso de la Sostenibilidad en la Educación Superior (en inglés, Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education), reporta 436 programas de maestría y 103 de doctorado relacionados con la sostenibilidad a nivel mundial³.

Como institución líder de educación superior, la UNAM ha integrado el tema de la sostenibilidad en su oferta educativa a nivel de campo de conocimiento dentro de algunos programas de posgrado, sin embargo no ofrece ninguno que prepare a maestros o doctores en ciencias de la sostenibilidad. Estos programas que a continuación se describen, contemplan una visión de sostenibilidad desde un enfoque disciplinario:

- El Posgrado en Ciencias Biológicas ofrece el campo de conocimiento "Manejo Integral de Ecosistemas". En este campo se analizan los problemas emergentes relativos a la degradación de los ecosistemas como consecuencia de las actividades humanas y se reconoce que los humanos son parte de los ecosistemas y que su manejo integral debe estar dirigido hacia la sostenibilidad.

³ <http://www.aashe.org/resources/academic-programs/>

- El Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología integra una visión multidisciplinaria en la formación de maestros y doctores en el ámbito de las ciencias acuáticas. Uno de los objetivos es realizar trabajo científico de alta calidad académica, así como aplicar el conocimiento adquirido para resolver problemas emergentes en las ciencias acuáticas, entre ellos, los relacionados con la conservación y el uso y manejo sostenibles de los recursos acuáticos.
- El Posgrado en Ciencias Políticas y Sociales, incluye la línea de investigación “Ambiente, Sustentabilidad y Desarrollo” como parte del campo de conocimiento “Actores, Movimientos y Procesos Sociales”. Asimismo, se incluye el tema “Desarrollo Sustentable” en el campo de conocimiento “Regiones, Instituciones y Diversidad”. Por otra parte, la línea de investigación “Gobernanza y Gestión Pública” forma parte del campo de conocimiento “Administración y Gestión de lo Público”.
- El Posgrado en Derecho incluye un campo de conocimiento en “Derecho Ambiental”, dentro del cual se estudia la problemática ambiental contemporánea desde el análisis de la política ambiental y los mecanismos de protección jurídica (normatividad nacional e internacional y marco jurídico aplicable).
- El Programa Único de las Especializaciones en Derecho ofrece también el campo de conocimiento en “Derecho Ambiental” enfocado a formar especialistas en la disciplina jurídico-ambiental capaces de dar respuesta a las problemáticas nacionales y globales relacionados con el deterioro ambiental y que respondan a las necesidades de México en el marco del desarrollo sustentable.
- El Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería ofrece el campo de conocimiento en “Ingeniería Ambiental”, que tiene como objetivo que los alumnos conozcan y adquieran conciencia y conocimiento para dar solución a los problemas relacionados con la contaminación del agua, térmica y radioactiva, así como de impacto y riesgo ambiental.
- El Programa Único de Especializaciones de Ingeniería ofrece la especialización “Ahorro y Uso Eficiente de la Energía”, que tiene como objetivo formar profesionistas capaces de lograr la implementación de energías renovables y eficientes para contribuir a la solución de problemas relacionados con los esquemas actuales de dependencia de combustibles fósiles que provocan un deterioro en la calidad del aire; contaminación de ríos, mares y suelos; y de las emisiones de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático.
- El Posgrado de Economía ofrece como campo de conocimiento “Economía de los Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable”, donde el objetivo central es presentar una visión global de las principales corrientes de pensamiento económico que abordan la cuestión ambiental y el manejo sustentable de los recursos naturales. El programa se centra en los principales enfoques que existen en esta materia y se estudian las concepciones teóricas, metodológicas, instrumentos de medición y sugerencias de políticas.

1.3.2. Argumentos académicos. Estado actual y tendencias de los campos de conocimiento y líneas de investigación del Programa

1.3.2.1. Enfoque teórico del Programa

Kates (2011) describe a las ciencias de la sostenibilidad como “una disciplina emergente de investigación que estudia las interacciones entre los sistemas naturales y sociales, así como la manera en que dichos mecanismos afectan la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras y la reducción sustancial de la pobreza, conservando los sistemas de soporte de la vida en la Tierra”.

La sostenibilidad, por definición, aborda problemas que por sus características se denominan “perversos” o “enredados” (del inglés “wicked”) y que ocurren en sistemas complejos. Los problemas perversos deben su nombre al hecho de que la determinación de lo que es un problema en sí mismo se presta a ambigüedades y posiciones contrapuestas. Además, tanto la comprensión del problema como su posible solución, son concomitantes. Así, estos problemas carecen de estructura ya que cada solución implementada es consecencial y no existe una medida única que satisfaga a todos (Rittel y Webber, 1973). Por tanto, los problemas de sostenibilidad se tipifican como inherentemente perversos.

Brundiers y Wiek (2010), describen con mayor detalle las principales características de los problemas de sostenibilidad (ver Figura 4), entre ellas mencionan:

- Tienen dinámicas a largo plazo que pueden impactar a generaciones futuras.
- Son multi-escalares ya que el problema incluye desde aspectos regionales hasta mundiales.
- Presentan causas y efectos múltiples.
- Son de urgente solución.
- Generan daños a los sistemas socioambientales.

Por su parte, Hadorn, *et. al.* (2006), mencionan que el desarrollo sostenible y la transdisciplina están estrechamente vinculados. Esto se debe a que la investigación relacionada con los problemas de sostenibilidad debe orientarse y reflejar la diversidad, complejidad y dinamismo de los procesos involucrados, lo que implica integrar el conocimiento, las necesidades y los intereses de las personas que participan en el problema. En este sentido plantean que las prácticas e instituciones deben ir más allá de la concepción común de disciplina científica e integrar y sintetizar diferentes perspectivas disciplinarias.

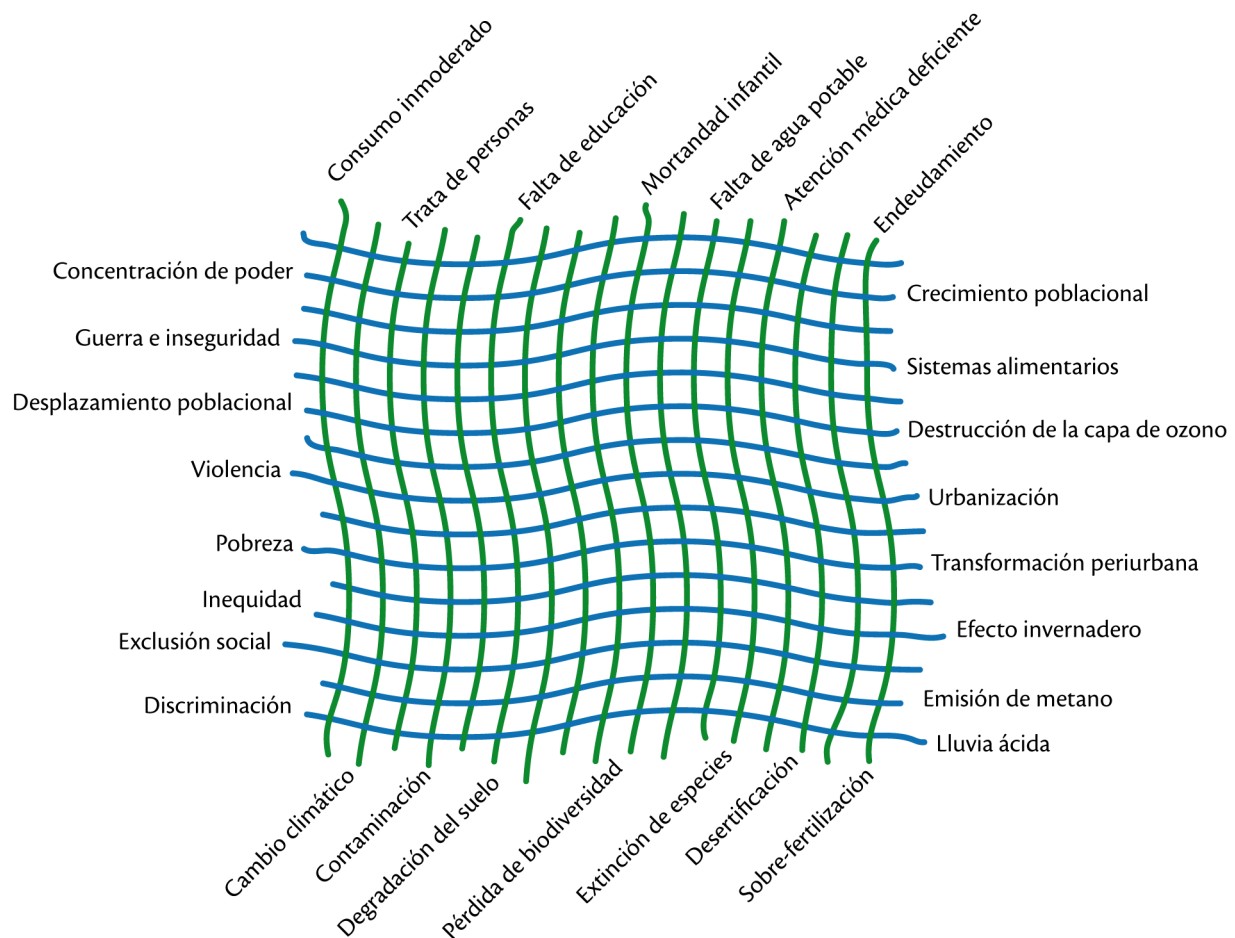


Figura 4. Algunos de los problemas de sostenibilidad

De acuerdo a ciertos autores (i.e. Lüdeke *et al.*, 2004; Manuel-Navarrete *et al.*, 2007), los problemas globales más urgentes del planeta se manifiestan como síndromes del cambio global. Por extensión a la definición clínica, los síndromes son una manifestación concreta (o síntomas) de una condición negativa de los sistemas socioambientales. Por ejemplo, la vulnerabilidad al cambio global es un síndrome asociado a un conjunto de relaciones causales complejas e inciertas de los sistemas socioambientales. Así, las expresiones de la vulnerabilidad son, entre otras, pérdidas materiales y económicas de población humana, degradación de la calidad ambiental y la disminución de los servicios ambientales.

Los sistemas complejos presentan comportamientos a menudo impredecibles y propiedades que no aparecen sino hasta después de actuar en ellos; lo que se relaciona a lo que técnicamente se denominan “propiedades emergentes”. Paradójicamente, la definición de lo que es un sistema complejo no surge sino hasta después de que se han intentado formular algunas soluciones específicas. Así, las intervenciones en los sistemas complejos a menudo generan un nuevo comportamiento del sistema con consecuencias inesperadas y que generan nuevas clases de problemas.

En este marco de complejidad, Kates *et al.* (2001, 2011) han planteado las preguntas que definen las ciencias de la sostenibilidad:

- ¿Cómo pueden incorporarse las interacciones dinámicas entre la naturaleza y la sociedad a los modelos emergentes que integran el sistema Tierra, el desarrollo humano y la sostenibilidad?
- ¿Qué es lo que determina la adaptabilidad, vulnerabilidad y resiliencia para determinados tipos de sistemas socioambientales?
- ¿Cómo se pueden mejorar de manera más eficiente las capacidades sociales para guiar las interacciones entre la sociedad y la naturaleza hacia trayectorias más sostenibles?
- ¿Cómo pueden incorporarse de manera operativa sistemas para el monitoreo de las condiciones sociales y ambientales con el fin de guiar de manera coherente y útil los esfuerzos de transición hacia la sostenibilidad?
- ¿Cómo pueden integrarse mejor las actividades independientes de investigación, planeación, monitoreo, evaluación y toma de decisiones a sistemas de manejo adaptativo y de aprendizaje social?

La ciencia disciplinaria aporta una visión necesariamente parcial a la solución de este tipo de problemas. Por ello, la enseñanza de la gestión sostenible de los sistemas socioambientales ha dado paso a nuevas teorías y métodos. Es claro ahora que la comprensión de los problemas perversos y los sistemas complejos demanda la aplicación de un nuevo paradigma científico. Este nuevo paradigma se centra en la tesis de que la investigación debe proporcionar no solamente el conocimiento exacto del mundo que nos rodea, sino también el conocimiento útil para lograr el tránsito hacia el desarrollo sostenible (Kates, 2011). Este paradigma se basa en los siguientes principios:

- *Pluralismo epistemológico.* Reconoce que el conocimiento surge de múltiples formas de entendimiento, así como de diversos niveles de análisis.
- *Integración de valores y hechos.* Sintetiza los aspectos morales y normativos de la sostenibilidad con los valores humanos incluyendo pensamientos, actitudes y decisiones sobre los atributos sociales, naturales y económicos del ambiente.
- *Pragmatismo.* Propone que las soluciones se deben basar en el mejor conocimiento disponible.
- *Conocimiento dinámico y evolutivo.* Propone encontrar esquemas adaptativos para el manejo y toma de decisiones que propicien el bienestar humano a lo largo del tiempo.

La aplicación de estos principios facilita la vinculación de las ciencias y las humanidades con la solución de los problemas prioritarios de sostenibilidad. La investigación científica y la enseñanza deben reflejarse en el tránsito de la sociedad hacia mejores condiciones de bienestar y de preservación del soporte natural.

1.3.2.2. Relación del enfoque teórico con los Campos de Conocimiento y Líneas de Investigación del Programa

Para impulsar la formación de profesionales que trabajen hacia la solución de los problemas de sostenibilidad, cada campo de conocimiento de la Maestría conforma una orientación formativa particular. Conceptualmente, estos campos se asocian a los grandes retos de la sostenibilidad. Así, los campos de conocimiento de la Maestría son: 1) Contextos urbanos; 2) Manejo de sistemas acuáticos; 3) Política, gobernanza e instituciones; 4) Restauración ambiental; 5) Sistemas energéticos; y 6) Vulnerabilidad y respuesta al cambio global.

La orientación de la Maestría responde a un doble propósito. Por una parte, se dirige a la formación de profesionales capaces de llevar a la práctica los instrumentos, métodos y políticas públicas que

contribuyen al desarrollo sostenible del país como son evaluaciones de impacto ambiental, ordenamiento ecológico, planes de manejo de Áreas Naturales Protegidas, análisis de ciclo de vida, certificación ISO 14,001, certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), etc. Estos profesionales podrán incorporarse al mercado laboral del gobierno, sector privado y organizaciones civiles. Por otra parte, la Maestría también se dirige a la formación de profesionales capaces de desarrollar una carrera académica y docente, a través de la investigación científica.

Por su parte, el Doctorado se enfoca en abordar las líneas de investigación que se derivan de las preguntas epistemológicas de sostenibilidad establecidas por Kates *et al.* (2001, 2011), las cuales a su vez se relacionan con los grandes síndromes del cambio global (ver Figura 5). Los estudiantes de Doctorado podrán cursar las actividades académicas que ofrece el Programa, de acuerdo a la línea de investigación a la que se enfoquen. Las líneas de investigación son: a) Cambio global, vulnerabilidad y resiliencia; b) Sistemas socioambientales, complejidad y adaptación; c) Gobernanza, planeación colaborativa y aprendizaje social; d) Límites, trayectorias y transición a la sostenibilidad; e) Monitoreo y evaluación de sistemas socioambientales; f) Urbanismo e infraestructura sostenible; g) Diseño de sistemas sociotecnológicos; y otras que surjan en el desarrollo del Programa.

De esta manera, la estructura del Programa fue diseñada con actividades académicas que responden a diferentes campos de conocimiento (para el caso de la Maestría) y actividades académicas y líneas de investigación (para el Doctorado).

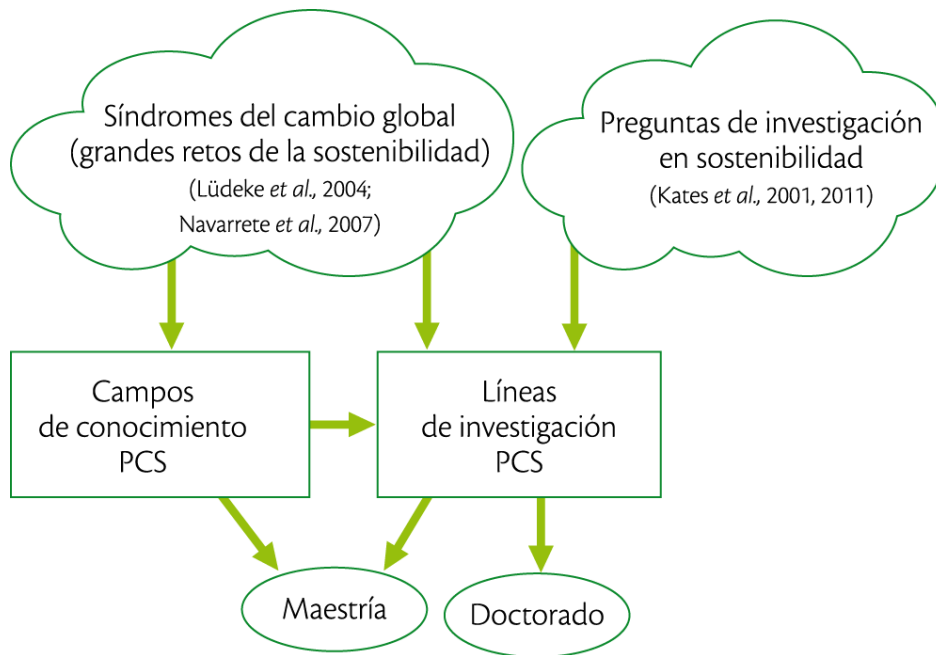


Figura 5. Relación entre las preguntas de investigación en sostenibilidad, los síndromes y la formación de estudiantes de Maestría y Doctorado.

Descripción de los Campos de Conocimiento de la Maestría

Contextos urbanos

Campo que estudia las principales problemáticas de la gran ciudad latinoamericana y se centra en la comprensión y manejo de los procesos y fenómenos socioambientales e institucionales de los entornos urbanos como la expansión y dispersión urbana, la demanda de recursos naturales en el proceso de urbanización, la transformación de los sistemas socioambientales en zonas periurbanas (de zonas agropecuarias a urbanas), los trasvases de agua para la dotación de zonas urbanas; y la calidad y distribución territorial de vivienda y servicios públicos.

Estado actual y perspectivas a futuro

Actualmente existe una exigencia creciente, tanto de los organismos internacionales como de la sociedad civil afectada, por incorporar aspectos ambientales en la atención de los problemas que enfrentan las ciudades. Esta situación demanda profesionistas especializados en temas de sostenibilidad desde un enfoque sistémico de problemas complejos, específicamente para el diseño de grandes proyectos públicos de inversión; servicios públicos urbanos (residuos, transporte, consumo, distribución y tratamiento de agua, energía y ordenamiento espacial); recuperación y gestión de cuerpos de agua en el interior de la ciudad; manejo de conflictos; planes y programas de gobierno como instrumentos normativos, tanto a nivel municipal, estatal y federal; diseño de políticas públicas como herramientas y dispositivos de gobernanza para la gestión sostenible; y, diseño con enfoque sustentable de procesos productivos.

La formación en este campo de conocimiento atiende a demandas como:

- Frenar la expansión territorial urbana y su consecuente afectación de recursos y servicios ambientales
- Disminuir y redistribuir equitativamente el consumo de recursos naturales derivados del crecimiento urbano
- Asegurar la permanencia de actividades agropecuarias y zonas naturales en las periferias urbanas
- Fortalecer las capacidades locales y regionales de autosuficiencia hidráulica
- Impulsar la calidad sostenible de las viviendas y los servicios públicos
- Impulsar la policentralidad de las actividades económicas urbanas
- Reducir las desigualdades económicas, sociales y medioambientales

Manejo de sistemas acuáticos

Campo que estudia los sistemas continentales de agua superficial y subterránea, tanto como parte de los ecosistemas de los cuales depende el hombre para diversas actividades productivas, como para la conservación de los mismos. Estos cuerpos de agua forman parte de los sistemas socioambientales y proporcionan servicios ecosistémicos fundamentales en ambientes tanto urbanos como rurales.

Estado actual y perspectivas a futuro

Actualmente existe una creciente demanda por el agua para consumo humano, producción agrícola y para cubrir demandas de saneamiento. Hasta ahora el manejo tradicional del agua, tanto subterránea como superficial, ha generado grandes problemas ecosistémicos y sociales. La incertidumbre,

tanto de la provisión de agua como de la dinámica de los cuerpos de agua, está aumentando día con día ante los impactos del cambio de uso del suelo y del cambio climático. La sostenibilidad de este recurso vital es parte de las Metas de Desarrollo del Milenio, que se planea cubrir para el 2015. Uno de los principales retos es cubrir las necesidades técnicas y prácticas de abasto de agua y conservar los ecosistemas, tanto terrestres como acuáticos. Por lo tanto, es necesario capacitar a profesionistas con una visión sobre la dinámica y manejo de los ecosistemas a corto, mediano y largo plazo, tanto en ambientes urbanos como rurales.

La formación en este campo de conocimiento atiende a demandas como:

- Evaluar impactos a sistemas de agua superficial (como son ríos, lagos, lagunas, presas, humedales), así como a sistemas de agua subterránea (como son acuíferos), ante diversas amenazas asociadas con el cambio global a nivel local y regional.
- Generar conocimiento sobre la dinámica ecosistémica de los cuerpos de agua y los efectos que la actividad humana generan en estas dinámicas.
- Desarrollar estrategias de adaptación y mitigación a nivel municipal, estatal, regional y nacional.
- Gestionar conocimiento y crear capacidades para mejorar la toma de decisiones estratégicas en la adaptación para el sector gubernamental, privado, y local.
- Desarrollar herramientas metodológicas y tecnológicas para la toma de decisiones.

Política, gobernanza e instituciones

Campo que estudia el proceso de formulación, ejecución y evaluación de las políticas públicas orientadas a atender problemas de sostenibilidad, así como las diversas opciones para el fortalecimiento de la gobernanza y la planeación colaborativa en el desarrollo sostenible.

Estado actual y perspectivas a futuro

Actualmente existe una gran desarticulación a nivel institucional y social en la implementación de políticas públicas relacionadas con el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Esto, junto con la falta de sustento técnico y jurídico, limita las capacidades institucionales para atender conflictos entre los diversos sectores de la sociedad que asignan diferentes intereses y valores a los recursos naturales, lo que ha llevado a enfrentar problemas como son el crecimiento urbano desordenado, un alto consumo de servicios ambientales (como agua, alimentos y energía), la desigualdad económica de la población, la pérdida de la biodiversidad, entre otros. La capacitación de profesionales en este campo de conocimiento pretende fortalecer el análisis de las bases conceptuales y metodológicas de los procedimientos para formular, implementar y evaluar las leyes y políticas públicas, con el objeto de responder eficazmente a los problemas de sostenibilidad.

La formación en este campo del conocimiento atiende a demandas como:

- Impulsar la profesionalización del personal de dependencias gubernamentales y del poder legislativo, que incide en los procesos de toma de decisiones para atender problemas de sostenibilidad.
- Impulsar la profesionalización del personal que forma parte de organizaciones internacionales o de la sociedad civil, vinculadas con problemas de sostenibilidad.

- Fortalecer las capacidades institucionales para la atención de problemas de sostenibilidad desde el aspecto técnico-científico y jurídico-administrativo.
- Desarrollar investigación y análisis que permitan fortalecer los procesos de toma de decisiones, el diseño de políticas públicas, la gobernanza y la planeación colaborativa en el desarrollo sostenible.

Restauración ambiental

Campo que estudia el proceso de asistencia instrumentado y dirigido por el ser humano para disminuir o mejorar las condiciones de degradación, daño o destrucción de los ecosistemas, con la finalidad de conducirlos a un estado que se considera presenta mejores condiciones ambientales, especialmente en lo que se refiere a la prestación de servicios ambientales por los ecosistemas. Esto responde a la necesidad de mejorar una condición ambiental que no satisface un conjunto de necesidades y valores humanos. En este proceso se trata de restablecer la estructura y las funciones que permiten recuperar los servicios ambientales de suministro, de regulación o culturales, e incluso la salud e integridad del ecosistema.

Estado actual y perspectivas a futuro

Actualmente en México se vuelve más común pasar de la necesidad de conservación de ecosistemas relativamente bien protegidos, a la de restauración y recuperación de áreas degradadas por deforestación, contaminación y actividades industriales como la minería. Por esta razón, la restauración ambiental deberá consolidarse como un campo de conocimiento, a través de la formación de estudiantes de posgrado y técnicos especializados en los diferentes temas que la conforman para contribuir al esfuerzo nacional por recuperar el patrimonio natural. La restauración carece de una concepción adecuada y de una política nacional de largo plazo que corresponda a la magnitud y la variedad de niveles de afectación que hoy en día existen en los ecosistemas terrestres y acuáticos. Por esta razón, actualmente existe una gran necesidad en México de capacitar personal especializado en este campo de conocimiento. Estos profesionistas deben incidir cotidianamente en la toma de decisiones y en la ejecución de proyectos en las diferentes agencias gubernamentales, tanto a nivel federal como estatal, o en grupos de la sociedad civil o privados dedicados a la conservación, manejo y restauración de ecosistemas.

La formación en este campo del conocimiento atiende a demandas como:

- Integrar el conocimiento de la restauración ambiental en el trabajo que se realiza dentro de las Áreas Naturales Protegidas y las Unidades de Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silvestre.
- Integrar el conocimiento de la restauración ambiental en el desarrollo de programas de reforestación, de rehabilitación de lagunas costeras y de remediación de suelos, entre otros.
- Formar investigadores que contribuyan a la consolidación de este campo de conocimiento.
- Entrenar futuras generaciones de estudiantes a través de proyectos de restauración ambiental.

Sistemas energéticos

Campo que estudia los procesos de producción y consumo de energía y su impacto en los sistemas socioambientales, así como los puntos de intervención dentro de la planeación energética para construir esquemas de uso de energía sostenibles.

Estado actual y perspectivas a futuro

Los efectos de la producción y el consumo de energía constituyen un aspecto fundamental en la construcción de escenarios de sostenibilidad. Por su naturaleza, los problemas referentes a los sistemas energéticos tienen un componente tecnológico, económico, social y ambiental. Actualmente las soluciones relacionadas con los sistemas energéticos se centran en aspectos tecnológicos, los cuales efectivamente son un factor fundamental para la solución de problemas de sostenibilidad, sin embargo es necesario incorporar también los demás componentes. La formación de profesionales en este campo pretende fortalecer las bases conceptuales y metodológicas para proponer políticas, programas y soluciones que integren aspectos tecnológicos, económicos, sociales y ambientales en relación a la producción y el consumo de energía sostenibles.

La formación en este campo del conocimiento atiende a demandas como:

- Impulsar la formación inter y transdisciplinaria de personal en instituciones públicas y privadas que desempeñan funciones relacionadas con la producción y el consumo de energía, planes de eficiencia y ahorro de energía.
- Fortalecer las capacidades institucionales para la elaboración de planes y programas de reducción de emisiones y ahorro de energía.
- Desarrollar investigación y análisis que permitan profundizar el conocimiento hacia la identificación de puntos de intervención, medidas de prevención y mitigación, y desarrollo de instrumentos de análisis de sostenibilidad del sistema energético.
- Profundizar en las implicaciones sociales, económicas, tecnológicas y ambientales del uso de las diferentes fuentes de energía y su consumo.

Vulnerabilidad y respuesta al cambio global

Campo que estudia el complejo proceso de cambio en los sistemas socioambientales, con especial atención a los factores que determinan la vulnerabilidad, la resiliencia y la capacidad adaptativa frente al cambio global.

Estado actual y perspectivas a futuro

Actualmente existe una creciente demanda por avanzar en el entendimiento de la vulnerabilidad ante el cambio global, así como para identificar respuestas de adaptación frente a sus amenazas e impactos. La demanda por capital humano calificado se ha incrementado en los últimos años para poder responder a la magnitud y complejidad de los problemas relacionados con este campo de conocimiento. Asimismo, se vislumbra una necesidad por la investigación y desarrollo de metodologías, herramientas y tecnologías innovadoras que apoyen la toma de decisiones estratégicas ante el cambio global en diversos contextos (global a local). En materia de cambio climático particularmente, México ha adquirido diversos compromisos internacionales, para lo cual se han desarrollado programas específicos. Esto implica necesidades técnicas, de capacitación y, en consecuencia financieras, en temas

de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero; observación sistemática; escenarios de emisiones, climáticos y económicos; investigación en mitigación, vulnerabilidad y adaptación; sensibilización, e identificación de barreras tecnológicas.

La formación en este campo de conocimiento atiende a demandas como:

- Evaluar los impactos y la vulnerabilidad ante las diversas amenazas asociadas con el cambio global (desde el nivel global al nivel local).
- Desarrollar planes y estrategias de adaptación y mitigación a nivel nacional, estatal y municipal.
- Gestionar el conocimiento y la creación de capacidades para mejorar la toma de decisiones estratégicas en la adaptación para el sector privado, gobiernos y comunidades.
- Desarrollar herramientas metodológicas y tecnológicas para la toma de decisiones.

Descripción de las líneas de investigación que conforman el Doctorado

Cambio global, vulnerabilidad y resiliencia

Un tema central de las ciencias de la sostenibilidad es el cambio global. Éste se entiende como el conjunto de alteraciones de los procesos que determinan el funcionamiento de los sistemas socioambientales y que se derivan de las actividades humanas. La investigación sobre cambio global no sólo abarca al calentamiento atmosférico, sino también otros problemas como son la pérdida de la diversidad biológica, el agotamiento de los recursos naturales y la acidificación oceánica, entre otros. El objetivo principal de esta línea de investigación es generar conocimiento básico sobre manejo adaptativo, la determinación de umbrales, la identificación de trayectorias hacia la sostenibilidad y el monitoreo de los sistemas socioambientales. Entender estos procesos permite generar y fortalecer esquemas de toma de decisiones que lleven a disminuir la vulnerabilidad de los sistemas socioambientales y a alcanzar mayores niveles de resiliencia ante los retos que impone el cambio global.

Sistemas socioambientales, complejidad y adaptación

El mundo actual es altamente dinámico y complejo; las condiciones socioambientales están cambiando de manera acelerada y, junto con la interacción de procesos globales, están emergiendo sinergias imprevistas. La investigación sobre la dinámica de los sistemas socioambientales acoplados está dirigida a entender el funcionamiento complejo que se origina de la retroalimentación entre los sistemas sociales y los naturales. La atención de muchos de los retos de la sostenibilidad demanda el entendimiento cabal de dichas retroalimentaciones. Debido a la condición no lineal y no estacionaria de los sistemas socioambientales, su estado cambia continuamente y, por ende, la aparente solución a un problema suele resultar obsoleta en corto tiempo, u origina problemas adicionales no visualizados originalmente. Por tal motivo, esta línea de investigación se basa en la teoría de los sistemas complejos adaptativos y su objetivo principal es generar conocimiento básico para comprender mejor la dinámica particular de los sistemas acoplados. Dicho conocimiento podrá, a su vez, integrarse como insumo dentro de otras líneas de investigación relacionadas con la gestión de los sistemas socioambientales.

Gobernanza, planeación colaborativa y aprendizaje social

Un elemento inherente a la sostenibilidad es el derecho de los ciudadanos a participar en los procesos de decisión. La planeación colaborativa fortalece la interacción y cooperación entre el gobierno y la sociedad, dando lugar a un entorno propicio para los procesos de gobernanza en el tránsito a la sostenibilidad de los sistemas socioambientales. Para ello, se requiere crear un contexto de investigación plural y pragmático que se traduzca en aprendizaje social y, por ende, en una transformación de los esquemas de desarrollo hacia trayectorias sostenibles. El objetivo principal de esta línea de investigación es generar conocimiento básico que permita integrar esquemas de gobernanza colaborativa dentro del contexto de los procesos de decisión y gestión de los sistemas socioambientales.

Límites, trayectorias y transición a la sostenibilidad

El estudio sistemático de la sostenibilidad requiere comprender las implicaciones de los diferentes modelos de desarrollo en el futuro. Para ello, es necesario establecer las trayectorias de los sistemas socioambientales a partir del estudio de la dinámica, los disturbios y los límites de los mecanismos de transformación, ya sean naturales o antropogénicos. El análisis de las trayectorias proveen una herramienta esencial para entender diferentes procesos y patrones, útiles en la predicción de estados a futuro. Esto tiene implicaciones importantes, ya que el tránsito hacia la sostenibilidad depende, en gran medida, de las trayectorias que pueden generar un conjunto de decisiones correctas en un momento dado. El objetivo principal de esta línea de investigación es generar conocimiento básico para fundamentar decisiones que potencien trayectorias sostenibles de los sistemas socioambientales.

Monitoreo y evaluación de sistemas socioambientales

Un requisito indispensable para identificar los puntos y estrategias de intervención de los sistemas socioambientales es la caracterización y el monitoreo de su estado. Debido a la naturaleza diversa y compleja de dichos sistemas, la caracterización y el monitoreo requieren del uso de múltiples herramientas técnicas, desde aquéllas derivadas de las ciencias sociales, hasta aquéllas originadas desde la ecología, la microbiología ambiental, la biología molecular y la química analítica, entre otras disciplinas. En últimas fechas, el desarrollo tecnológico asociado al monitoreo ambiental ha progresado de manera acelerada y los datos que pueden generarse en un corto tiempo supera la velocidad de análisis e integración. En consecuencia, el objetivo principal de esta línea es la investigación y el desarrollo de estrategias para la descripción y monitoreo de los sistemas socioambientales, así como el desarrollo de esquemas analíticos eficientes que permitan tener una visión del estado de salud de los socioecosistemas basado en parámetros clave que apoyen la toma de decisiones informada en un corto tiempo.

Urbanismo e infraestructura sostenible

Se prevé que en el futuro la mayor parte de la población mundial habitará en ciudades. En la actualidad el desarrollo urbano acelerado y sin planeación ha dado lugar a esquemas no sostenibles de ciudades de grandes dimensiones. Algunos de los problemas que enfrentan estas ciudades hoy en día son la transformación acelerada de zonas rurales a zonas urbanas, el aumento en el desempleo, la desigualdad e injusticia social, el deterioro de los servicios ambientales y la disminución de la calidad de vida de sus habitantes, con efectos potenciales a la salud humana. En esta línea de investigación se estudian las interrelaciones de los sistemas socioambientales bajo diversos patrones y modelos de urbanización, y tiene como objetivo principal el desarrollo de esquemas innovadores de diseño ur-

bano sostenible, que incluyan modelos alternativos de transportación y movilidad; reducción de consumo energético; manejo de agua y residuos, edificación verde; justicia, equidad y derechos urbanos; así como restauración ecológica.

Diseño de sistemas sociotecnológicos

La transición hacia la sostenibilidad implica la adaptación de las sociedades y las economías hacia modelos sostenibles de producción y consumo en temas relacionados con la energía, la agricultura y la alimentación, el desarrollo urbano, etc. Esta transición requiere de sistemas de innovación sociotecnológicos, lo que implica no sólo nuevas tecnologías, sino también un cambio de visión en los mercados, las prácticas de consumos y las políticas. El objetivo principal de esta línea de investigación es generar conocimiento básico para comprender mejor la dinámica compleja y multidimensional de los sistemas sociotecnológicos y, de esta forma, diseñar nuevos sistemas para la transición hacia modelos sostenibles.

Este Programa no sólo responde a la urgente necesidad de encontrar mejores esquemas para abordar los retos del cambio global y nacional, sino también incorpora las nuevas corrientes de pensamiento que se han desarrollado a lo largo de la última década y que han traído consigo una mayor vitalidad para las ciencias naturales, las ciencias sociales, las ciencias físico matemáticas y las ingenierías.

El Programa se diseñó para que los alumnos reciban una formación transdisciplinaria. Dicha formación es imprescindible para identificar, enmarcar y abordar problemas científicos y prácticos que trascienden las fronteras disciplinarias. Tales problemas son complejos y mal definidos y requieren: (a) la integración del escenario en el que se enmarca el problema y propuestas de solución, (b) la comunicación y colaboración entre personas de diferentes disciplinas y niveles educativos, así como (c) el uso inteligente de las tecnologías y los recursos que apoyan tanto la construcción de conocimiento colectivo como la capacidad de resolver problemas (Derry y Fischer, 2006).

Por lo tanto, debido a que ya no es suficiente la aproximación disciplinaria tradicional para enfrentar los grandes retos de la sostenibilidad, resulta fundamental plantear la preparación de profesionales que logren tener una visión global de los problemas y que cuenten tanto con las capacidades como con las habilidades para interactuar, entender e innovar de manera inter y transdisciplinaria, a través de la creación de nuevos esquemas de investigación, enseñanza, capacitación, difusión y colaboración junto con los diferentes sectores de la sociedad.

1.3.3. Situación de la docencia e investigación en los niveles institucional y de las entidades académicas participantes

El Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad preservará las fortalezas de programas ya existentes en la UNAM como son: sistema de tutoría, infraestructura, padrón de tutores, así como actividades académicas que se ofrecen en diversos campos de conocimiento y una formación de mayor profundización en los estudios.

En este Programa participan once entidades académicas y tres colaboradoras (de las cuales, diez se encuentran en el campus de la Ciudad Universitaria y cuatro son entidades foráneas), que cuentan con un banco de tutores y profesores de diversas áreas del conocimiento dentro de la UNAM.

Las entidades académicas participantes son:

- Facultad de Ciencias
- Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León
- Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia
- Instituto de Ecología
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
- Instituto de Biología
- Instituto de Investigaciones Económicas
- Instituto de Investigaciones Sociales
- Centro de Investigaciones en Ecosistemas
- Instituto de Ingeniería
- Instituto de Energías Renovables

Asimismo, las entidades académicas colaboradoras son:

- Facultad de Arquitectura
- Facultad de Economía
- Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación

El número de entidades y de tutores involucrados en el Programa son una muestra de la capacidad y fortaleza que existe en la UNAM para formar recursos humanos en los diferentes campos de conocimiento de la sostenibilidad. En estas entidades se realizan actividades de investigación y docencia del más alto nivel, las cuales han contribuido de manera destacada al desarrollo del conocimiento y a la formación de recursos humanos en nuestro país.

Un número importante de tutores que participan en el Programa desarrollan proyectos de sostenibilidad en zonas urbanas y rurales de México. Esta experiencia es fundamental para poder transmitir a los estudiantes una visión real de los problemas nacionales. Además, el Programa ofrece una amplia diversidad de actividades académicas, entre las que destacan cursos interdisciplinarios que permiten abordar los problemas desde diferentes visiones y aproximaciones. En este sentido es posible llevar a la práctica el postulado fundamental de la transdisciplina en las ciencias de la sostenibilidad.

Cabe destacar que la alta capacidad para la formación de recursos humanos del Posgrado se asocia también a la infraestructura y equipamiento de sus entidades académicas y a sus acervos.

La UNAM cuenta con otras entidades académicas que por la naturaleza de su investigación y docencia podrían integrarse a este Programa. En este caso, dichas entidades tendrán que cumplir con los requisitos estipulados en las normas operativas.

1.3.4. Diseño del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad

1.3.4.1. Enfoque del Programa

La experiencia que se propone en este Programa constituye una formación en sostenibilidad que comprende componentes de aprendizaje clave. Estos se refieren a un conjunto de conocimientos y habilidades que se encuentran funcionalmente ligados y que permiten un desempeño eficaz, así como una búsqueda de solución de problemas más coherente (Wiek *et al.*, 2011; Wiek y Redman, 2010).

Los cinco componentes de aprendizaje identificados como clave para la formación en sostenibilidad son: el sistémico, el ético, el anticipativo, el estratégico y el colaborativo (Wiek y Redman, 2010).

Componente Sistémico: se refiere a la habilidad del graduado para entender las causas fundamentales de problemas complejos de sostenibilidad que incluyen:

- Cómo las causas y los efectos se relacionan entre sí, directa e indirectamente.
- Las acciones, motivos e intenciones de los actores que forman parte de la constelación de un problema.
- Las dinámicas, efectos en cascada, retroalimentaciones e inercias que se presentan en el planteamiento del problema.
- El papel que juega la tecnología en las propuestas de solución del problema.

Componente Ético: consiste en llevar a la práctica los principios de justicia, equidad e integridad socioambiental del desarrollo sostenible.

- Partiendo de un conocimiento profundo acerca de las orientaciones morales que fundamentan estos principios, los graduados contarán con los conceptos y métodos para contrastar valores y evidencias sobre problemas concretos y, de esta forma, lograr consensos entre los diferentes actores sociales sobre cómo transitar hacia la sostenibilidad.

Componente Anticipativo: se refiere a la capacidad de pensar sistemáticamente en el futuro y en las generaciones futuras y requiere la habilidad para:

- Distinguir qué escalas de tiempo son relevantes para atender un problema y plantear posibles soluciones.
- Estar familiarizado con diferentes teorías de cómo el futuro emerge y cómo se determina (intencionalmente o de manera no intencional).
- Comprender las diferentes maneras de construir escenarios.
- Entender los diferentes escenarios a futuro (escenarios deseables y tendenciales).

Componente Estratégico: se refiere a la capacidad de diseñar e implementar de manera colaborativa, intervenciones y estrategias de gobernanza para atender retos de sostenibilidad. En éste se integran los conocimientos y las habilidades que constituyen los otros componentes y se traducen en la acción que crea el cambio.

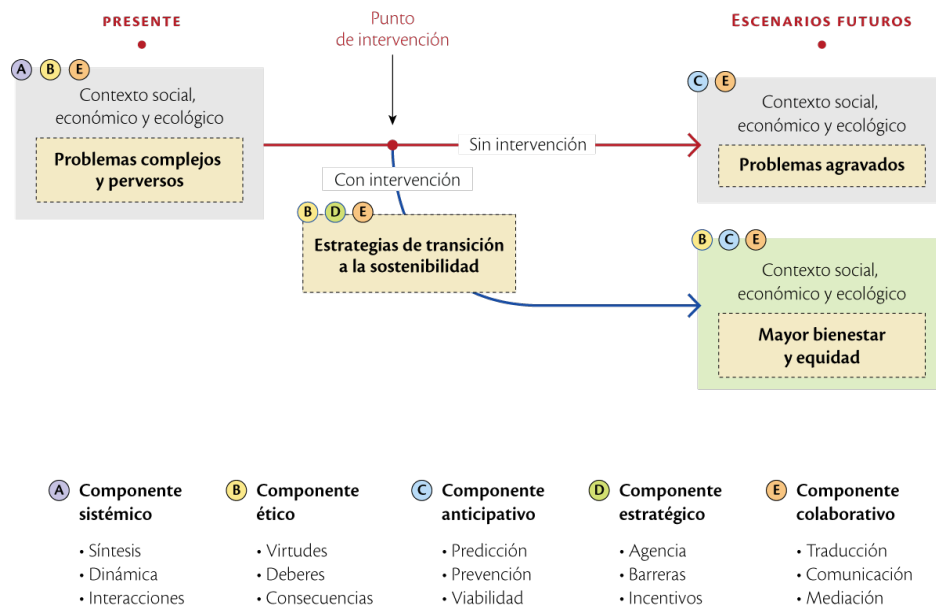
- Los estudiantes estarán familiarizados con conceptos y métodos de construcción de estrategias para la solución de problemas.

- Deberán conocer acerca de la viabilidad, eficiencia y eficacia de las intervenciones sistémicas, así como el potencial de aquellas intervenciones que podrían producir consecuencias no planeadas.
- Deben ser capaces de utilizar métodos para el diseño, implementación, evaluación y adaptación de políticas, programas y planes de acción en colaboración con diferentes actores sociales
- Por último, serán capaces de dar cabida a diferentes perspectivas y actuar a pesar de evidencias incompletas o inconclusas.

Componente Colaborativo: se refiere a la capacidad de motivar y facilitar la investigación y solución de problemas de sostenibilidad. Este componente de aprendizaje es fundamental para cubrir los otros cuatro componentes.

- Se requiere gran capacidad de comunicación y negociación, así como la habilidad para aplicar métodos participativos y trans-académicos para colaborar con actores sociales fuera de la academia.
- Deben ser capaces de trabajar en equipo, entender, abarcar y facilitar la diversidad entre culturas y grupos sociales.

Los cinco componentes de aprendizaje (Figura 6) se integran a lo largo del Programa para que los graduados sean capaces de analizar los problemas de sostenibilidad desde una perspectiva integral.



(Modificado de Weik et al., 2011)

Figura 6. Los cinco componentes de aprendizaje a desarrollar dentro del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad.

Por otra parte, con el objetivo de fortalecer el enfoque del Programa de Posgrado, se adaptó e incluyó un análisis reciente (realizado por Lambrechts *et al.*, 2013) sobre la combinación de las competencias para el desarrollo sostenible en la educación superior. La Tabla 1 sintetiza dicha información.

Tabla 1. Competencias para el Desarrollo Sostenible*

Responsabilidad

Un profesional competente en sostenibilidad asume la responsabilidad de su trabajo.

Así, es capaz de:

Desarrollar un análisis de actores con base en las consecuencias de los alcances y del tiempo

Asumir una responsabilidad personal

Rendir cuentas personales a la sociedad (transparencia)

Evaluar críticamente sus propias acciones

Inteligencia emocional

Un profesional competente en sostenibilidad es empático con los valores y emociones de otros. Así, es capaz de:

Reconocer y respetar los valores y las perspectivas personales y ajenas (de otras personas y culturas)

Escuchar y respetar las opiniones y emociones de otros

Distinguir entre hechos, presunciones y opiniones

Cooperar de manera inter y transdisciplinaria

Orientación sistémica

Un profesional competente en sostenibilidad reflexiona y actúa con una perspectiva sistémica. Así, es capaz de:

Reflexionar en sistemas (analítica y holísticamente)

Reflexionar de manera innovativa, creativa y funcional

Reflexionar de manera causal

Orientación futura

Un profesional competente en sostenibilidad reflexiona y actúa con una perspectiva futura. Así, es capaz de:

Reconocer, entender y utilizar procesos no lineales

Distinguir entre enfoques de corto y largo plazo

Estimar las consecuencias de los alcances y las consecuencias de los periodos de decisiones

Reflexionar hacia el futuro y anticipar

Implicación personal

Un profesional competente en sostenibilidad tiene una implicación personal en los preceptos de la sostenibilidad. Así, es capaz de:

Consistentemente involucrar los preceptos de la sostenibilidad en el trabajo profesional

Mantener el conocimiento y experiencia actualizados

Trabajar con pasión hacia los sueños e ideales

Aplicar su propia conciencia como el estándar final

Habilidad para actuar

Un profesional competente en sostenibilidad toma decisiones y actúa. Así, es capaz de:

Evaluar lo invaluable y tomar decisiones

Actuar en el momento debido
 Hacerle frente a las incertidumbres

*tomado de Roorda, 2010 en: Lambrechts et al., 2013

Así, a partir de la información anterior se complementó y fortaleció cada componente de aprendizaje (ver Tabla 2).

Tabla 2. Integración de Enfoques:				
Palabras Clave para los Componentes de Aprendizaje en Sostenibilidad				
Componente sistémico	Componente ético	Componente anticipativo	Componente estratégico	Componente colaborativo
Enfoque 1: palabras clave que definen cada componente				
Síntesis	Virtudes	Predicción	Agencia	Traducción
Dinámica	Deberes	Prevención	Barreras	Comunicación
Interacciones	Consecuencias	Viabilidad	Incentivos	Mediación
Enfoque 2: palabras clave que fortalecen cada componente				
Patrones	Responsabilidad	Escalas	Planeación	Motivación
Mecanismos	Valores	Escenarios	Implementación	Aprendizaje
Umbrales	Principios	Diseño	Evaluación	Inclusión
Tendencias	Empatía	Modelación	Adaptación	Participación
	Reflexión			Facilitación
	Entendimiento			Conciliación
	Multicultural			Cooperación
	Solidaridad			
	Compasión			

1.3.4.2. Procedimiento empleado en el diseño del Programa y sus planes de estudio

En el 2010 se llevó a cabo una encuesta abierta para practicantes, académicos y autoridades (n=126) en materia de ordenamiento ecológico, impacto ambiental y conservación de la biodiversidad (misma que se presenta en el apartado relativo a los antecedentes). Los resultados permitieron analizar la percepción que existe sobre las necesidades de formación en temas relacionados con la sostenibilidad en la actualidad, e identificar los temas y campos de conocimiento en los que existen las mayores demandas. Dicha información fue utilizada para el diseño de los temas y actividades académicas que contempla el Programa.

Posteriormente, el proceso de diseño del Programa involucró un importante nivel de participación de 44 académicos y profesionales de diferentes disciplinas y entidades dentro y fuera de la UNAM. Se realizaron siete talleres donde se definieron la visión y misión del Programa, los objetivos de aprendizaje, las actividades académicas y el mapa curricular.

El diseño del currículo se basa en el Método de Diseño Invertido (Wiggins y McTighe, 2005). Este método se distingue de los métodos tradicionales de la planeación curricular⁴ al requerir que la instrucción se dirija a cumplir con un conjunto de objetivos de aprendizaje del Programa (OAP). Un OAP se refiere a una conducta medible y observable que los estudiantes deben adquirir como resultado de un programa de aprendizaje satisfactorio. Con esta base, se diseñan los contenidos y las modalidades de aprendizaje de las actividades académicas de manera tal que se garantiza que el proceso de enseñanza siempre esté asociado a alguno de los OAP, ya sea introduciendo, reforzando o evaluando dicho objetivo.

En esencia, los OAP constituyen la columna vertebral que soporta el entretrejo de las diferentes actividades académicas con los cinco componentes de aprendizaje del currículo. La Figura 7 muestra cómo se relaciona cada OAP con al menos uno de los cinco componentes de aprendizaje.

Objetivos de aprendizaje (OAP)	Componentes				
	(A) Sistémico	(B) Ético	(C) Anticipativo	(D) Estratégico	(E) Colaborativo
1 Evaluar y determinar qué investigación científica y conocimientos empíricos son relevantes para solucionar problemas específicos de sostenibilidad.	✓		✓	✓	
2 Proponer los principales puntos de intervención para posibilitar el tránsito hacia la sostenibilidad, a través del análisis de la estructura y los agentes de transformación de los sistemas complejos.	✓	✓	✓		
3 Establecer un lenguaje común que posibilite la traducción, comunicación y mediación entre disciplinas y los diversos agentes sociales, con el fin de lograr acuerdos que permitan transitar hacia la sostenibilidad.					✓
4 Crear imágenes del futuro que capturen las aspiraciones de bienestar de un colectivo para delinear los cursos de acción, a través del contraste de escenarios.			✓	✓	✓
5 Identificar y aplicar los métodos cuantitativos y cualitativos para lograr una rigurosa co-construcción del conocimiento en contextos de planeación colaborativa.	✓		✓	✓	
6 Integrar la ética de la sostenibilidad en los procesos de decisión sobre cursos de acción posibles para la satisfacción de la sociedad.		✓			

Figura 7. Componentes a los que se dirige cada objetivo de aprendizaje

Por último, se elaboró la matriz curricular⁵ de la Maestría. Esta es una herramienta crucial para la planeación e integración coherente del contenido temático de una actividad académica. Su desarrollo permite obtener una secuencia lógica de los temas y actividades académicas, además evita la posible repetición y/o deficiencias en el currículo. Asimismo, presenta la relación de los objetivos de aprendizaje del Programa (OAP) con las actividades académicas a desarrollar durante el Programa. Esta relación se puede expresar de tres maneras: I (introduce), R (refuerza) y E (evalúa). La I se refiere a la introducción de conocimiento o concepto para alcanzar el objetivo de aprendizaje; la R significa que se refuerza el concepto o tema revisado en una actividad académica anterior y la E que se evalúa la adquisición del concepto o conocimiento. La Figura 8 ejemplifica esta relación.

⁴ En los métodos tradicionales de planeación curricular, primero se enlistan los contenidos que se impartirán, dejando para después el diseño de las evaluaciones de desempeño, los cursos y las modalidades de aprendizaje.

⁵ El mapa curricular (en formato oficial) se encuentra en la sección del plan de estudios de la maestría.

MATRIZ CURRICULAR

Actividades académicas	1 Investigación científica y conocimientos empíricos	2 Principales puntos de intervención	3 Lenguaje común	4 Imágenes del futuro	5 Métodos cuantitativos y cualitativos	6 Ética de la sostenibilidad
1	I	I	I	I	I	I
2	R	R	R	R	R	R
3	R	R	R	R	R	R
4	R		R	R	E	R
...			R		E	E
...	R	R		R E	R E	
...	R		R	R	R	E
...	R		R		R	R
...	R		R	R	R E	R
...	E	R	E	E		E
...	E	E		R	R	R
...		E	E		R	R
...	E		R	E	E	E
...	R	E	E	R	R	
...	E	E			R	R

I Introducir R Reforzar E Evaluar

Figura 8. Ejemplo de matriz curricular indicativa donde cada objetivo de aprendizaje (1-6) se introduce, refuerza y/o evalúa dependiendo de la actividad académica.

En la Figura 9 se muestra el esquema sobre el desarrollo del currículo y del plan de estudios. Este parte de los cinco componentes clave para la formación en sostenibilidad, continúa con la definición de los objetivos de aprendizaje del Programa (OAP) y concluye con el diseño de actividades académicas del Programa. Como se explicó anteriormente, cada campo de conocimiento conforma una orientación formativa particular y conceptualmente se asocian a los grandes retos de la sostenibilidad.

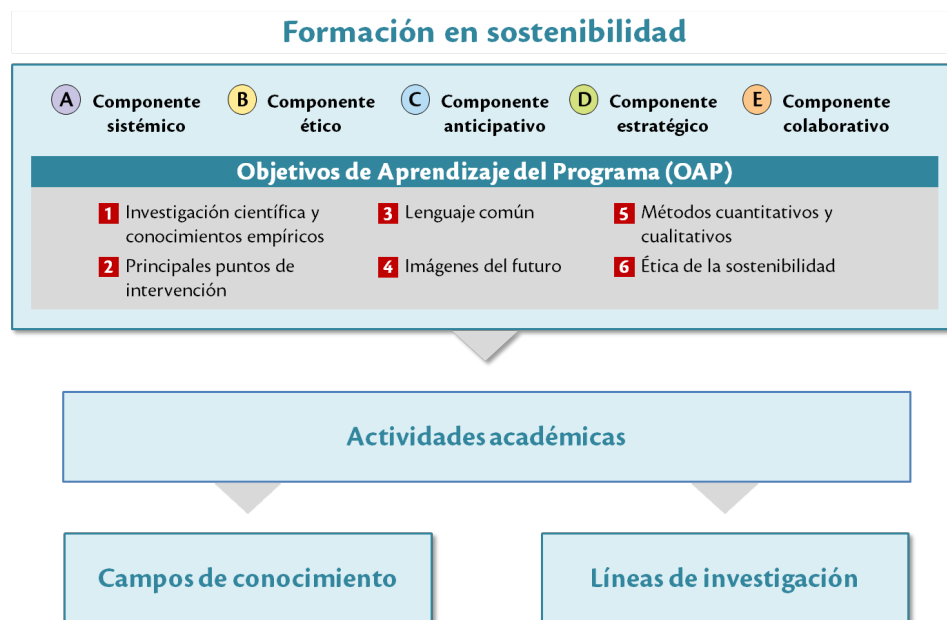


Figura 9. Proceso del desarrollo del currículo

Como se observa en la figura 10 se desarrolló un modelo lógico para esquematizar la relación que existe entre los elementos que conforman el diseño del currículo. El modelo presenta las relaciones entre los diferentes elementos del Programa: los componentes de aprendizaje, los Objetivos de Aprendizaje del Programa (OAP), los campos de conocimiento, los perfiles generales, los perfiles por campo, preguntas y líneas de investigación, y las actividades académicas. La definición de los elementos del currículo y su interacción fueron propuestos a partir del marco conceptual teórico sobre la enseñanza de Sostenibilidad (ver Wiek *et al.*, 2011).

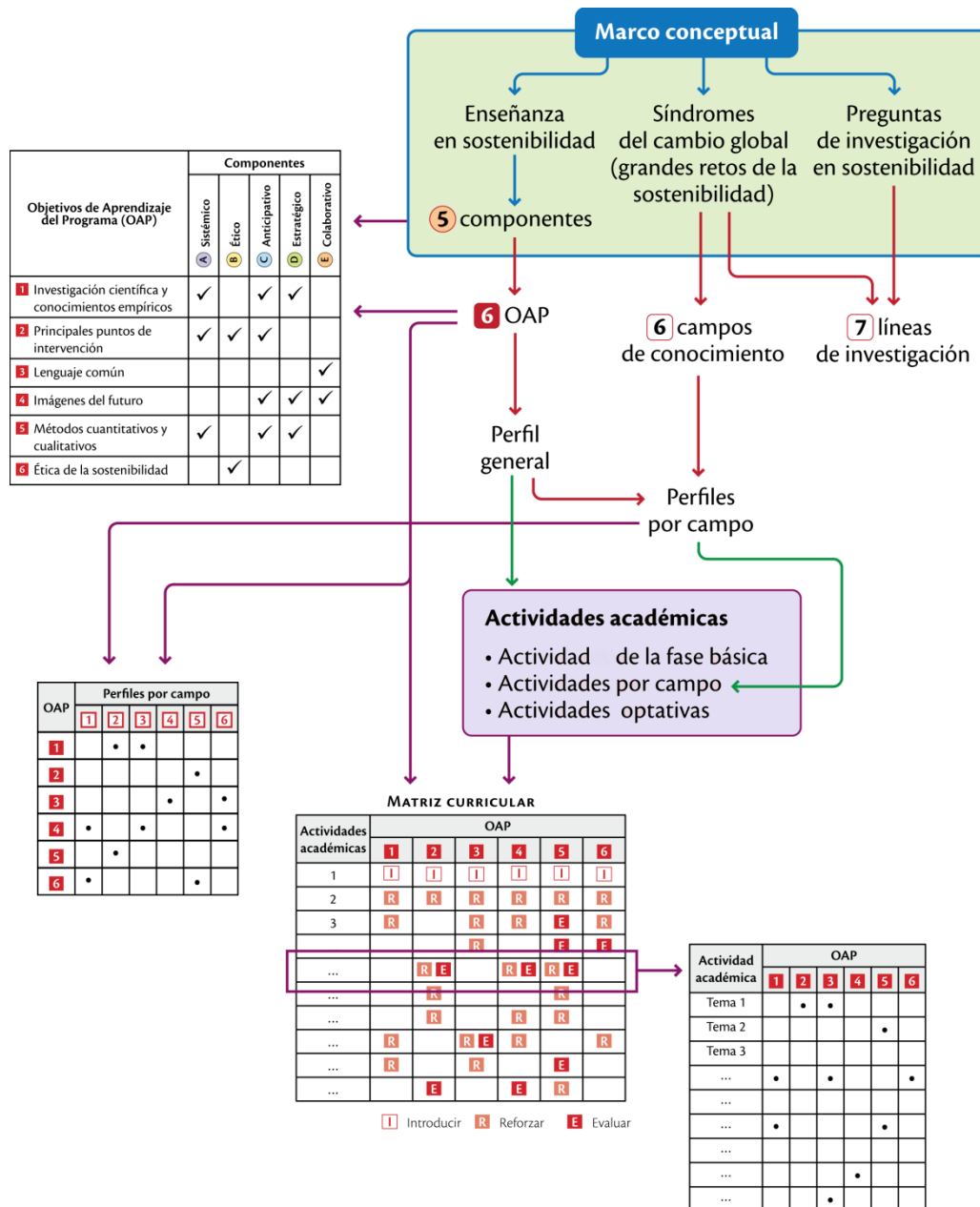


Figura 10. Modelo lógico: relación entre los elementos que conforman el diseño del currículo (componentes de aprendizaje, Objetivos de Aprendizaje del Programa (OAP), campos de conocimiento, perfiles generales, perfiles por campo, preguntas y líneas de investigación, y actividades académicas).

1.3.5. Diagnóstico

La creación de este Programa se basa en la inminente necesidad de preparar a profesionales con una formación sólida en las ciencias de la sostenibilidad.

El diagnóstico realizado se sustenta principalmente en:

- Una encuesta abierta en 2010 a practicantes, académicos y autoridades en materia de ordenamiento ecológico, impacto ambiental y conservación de la biodiversidad. A partir de esto se identificaron los campos de conocimiento con mayor demanda, lo que permitió orientar el desarrollo del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, considerando las necesidades actuales de México.
- Un análisis de la generación y evolución del abordaje internacional y nacional en materia de sostenibilidad.
- Un mapeo y análisis de estudios afines a nivel nacional e internacional.
- Un análisis de la teoría sobre la educación en ciencias de la sostenibilidad.
- En la normatividad institucional para la elaboración de programas de posgrado.

En virtud de lo señalado a lo largo de la fundamentación, el Programa es una opción atractiva para egresados de diferentes carreras que pretenden orientar su actividad profesional hacia la sostenibilidad. De acuerdo con el fundamento teórico y conceptual de la disciplina, el Programa está estructurado en dos planes de estudio (Maestría y Doctorado). La Maestría abarca seis campos de conocimiento, basados en los síndromes del cambio global o grandes retos de la sostenibilidad, y el Doctorado plantea líneas de investigación que se derivan de las grandes preguntas de la sostenibilidad.

El Programa se basa en el sistema de tutoría donde se fomenta la participación de los estudiantes en la orientación de sus estudios. Esto se logra mediante la interacción de los alumnos con los investigadores que fungen como tutores académicos y la vinculación con los proyectos de investigación de las entidades participantes.

El diseño curricular y el sistema de tutoría permiten establecer un sistema educativo individualizado que ofrece una atención diferenciada e integral de acuerdo a la orientación y las necesidades de cada estudiante. Es importante señalar que la UNAM cuenta con profesores, investigadores y la infraestructura necesaria para la impartición del Programa.

1.4. Visión y Objetivo del Programa

La visión del Programa es impulsar un enfoque innovador, que fomente la integración entre las disciplinas científicas y sociales, para contribuir al desarrollo sostenible del país, preservando de manera equitativa, justa y ética, los elementos naturales, sociales y económicos de que constituyen el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

El objetivo general del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad es formar expertos y científicos que dominen tanto las bases conceptuales como las metodologías de las ciencias de la sostenibilidad, y que sean capaces de proponer soluciones desde una perspectiva transdisciplinaria a los problemas que obstruyen el tránsito hacia el desarrollo sostenible.

En particular, los estudios de Maestría proporcionarán al alumno una formación amplia y sólida en la ciencias de la sostenibilidad (y una mayor preparación en alguno de los seis campos de conocimiento del Programa), y tienen como objetivo principal el de desarrollar en el alumno una alta capacidad para el ejercicio profesional, además de iniciarlo en la metodología propia de las ciencias de la sostenibilidad. Por su parte, los estudios de Doctorado están encaminados a la investigación original en las ciencias de la sostenibilidad.

2. BIBLIOGRAFÍA

- Astier M, Masera O, Galván-Miyoshi Y. (Coord.). 2008. *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. Mundiprensa/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. Imag Impressions, S.L. Valencia, España.
- Brundiers K. y Wiek A. 2010. Educating Students in Real-world Sustainability Research: Vision and Implementation. *Innovative Higher Education*, 36(2), 107–124.
- CONABIO. 2006. *Capital Natural y Bienestar Social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- CONABIO. 2008. *Capital natural de México, vol. I : Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México
- Derry SJ y Fischer G. 2006. *Transdisciplinary Graduate Education*. University of Colorado-Boulder, Boulder, Colorado.
- Escalante, A. E., L. Charli-Joseph y M. J. Solares. 2013. Las ciencias de la sostenibilidad en las aulas de la UNAM. *Oikos* 9: 10-14.
- García R. 1994. Interdisciplinarietà y sistemas complejos. En: E. Leff (Comp.) *Ciencias Sociales y Formación Ambiental*. Ed. Gedisa, UNAM. Barcelona, España: 85-123.
- Hadorn G. H., D. Bradleyb, C. Pohlc, S. Ristd y U. Wiesmannd. 2006. Implications of transdisciplinarity for sustainability research. *Ecological Economics*. 60 (1): 119–128
- Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM). 1986. *Proyecto de Diseño de Maestría en Ciencias Ambientales*. Programa de Fortalecimiento al Posgrado Nacional. CONACYT. Coord. J. Sarukhán. UNAM. México. Informe Técnico.
- Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM). 1987. *Proyecto Académico de Maestría en Ciencias Ambientales*. Programa de Fortalecimiento al Posgrado Nacional. CONACYT. CCH-Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado. Instituto de Biología-Instituto de Ingeniería. Coord. J. Sarukhán. UNAM. México. Informe Técnico.
- Jiménez, J, Mazari M, Fa JE, Bayona M, Sarukhán J. 1986. *Reunión de Reflexión y Diseño sobre la Maestría en Ciencias Ambientales*. Comunicaciones técnicas 55. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. UNAM: 109 pp.
- Juárez-Najera M, Dieleman H y Turpin-Marion S. 2006. Sustainability in mexican Higher Education: towards a new academic and professional culture. *Journal of Cleaner Production* 14: 1028-1038.
- Kates R. W, Clark WC, Corell R, Hall JM, Jaeger CC, Lowe I, McCarthy JJ, Schellnhuber HJ, Bolin B, Dickson NM. 2001. Sustainability science. *Science* 292:641-642
- Kates R. W. 2011. What kind of a science is sustainability science? *PNAS* 108 (49): 19449-19450.
- La Trobe, S. 2002. *Climate Change and Poverty: A Discussion Paper*. A publication of Tearfund. United Kingdom.
- *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)*. 2011, México.
- *Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado*, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal, modificado por el pleno del Consejo de Estudios de Posgrado el 13 de marzo de 2008, y publicado en Gaceta UNAM el 2 de junio de 2008.
- Lambrechts W, Mulà I, Ceulemans K, Molderez I, Gaeremynck V. 2013. The integration of competences for sustainable development in higher education: an analysis of bachelor programs in management. *Journal of Cleaner Production*, Volume 48, Pages 65-73, ISSN 0959-6526, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.034>.

- Lüdeke MK B, Petschel-Held G, y Schellnhuber HJ. 2004. Syndromes of global change: The first panoramic view. *GAIA* 13 (1): 42-49.
- Manuel-Navarrete D, Gómez J y Gallopín G. 2007. Syndromes of sustainability of development for assessing the vulnerability of coupled human-environmental systems. The case of hydrometeorological disasters in Central America and the Caribbean. *Global Environmental Change* 17: 207-217.
- Maya AA, Mazari M. 1990. La educación ambiental a nivel universitario en México. En: *Medio Ambiente y Desarrollo en México*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades. UNAM. Miguel Ángel Porrúa. México: 691-724.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Summary for decision makers. En *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, 1-24. Washington, D.C.
- *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, México, Distrito Federal, 321 p.
- *Reglamento General de Estudios de Posgrado*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal, 9 de octubre de 2006.
- Rittel, HWJ y Webber MM. 1973. Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Science* 4:155-169.
- Sarukhán J. et al., 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- United Nations Secretary-General's High-level Panel on Global Sustainability (2012). *Resilient People, Resilient Planet: A future worth choosing*. New York: United Nations.
- Wiek A, Withycombe L y Redman C. 2011. Key competencies in sustainability - A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*. Volume: 6, Issue: 2, 203-218 pp.
- Wiek A y Redman C. 2010. Real-world learning opportunities in sustainability: from classroom into the real World. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Volume: 11, Issue: 4, 308 - 324 pp.
- Wiggins G y McTighe J. 2005. *Understanding by Design*. Expanded 2nd Ed. USA: Association for Supervision and Curriculum Development.

3. LIGAS A LAS PÁGINAS WEB DE LOS PROGRAMAS DE POSGRADO

<http://www.itesm.edu/wps/wcm/connect/itesm/tecnologico+de+monterrey/maestrias+y+doctorados/areas+de+estudio/ingenieria+y+arquitectura/mds>

http://www.umamexico.com/sys/index.php?option=com_content&view=article&id=205&Itemid=291&lang=spanish

<http://www.uv.mx/mets/>

<http://www.uv.mx/mgas/>

http://www.ujed.mx/portal/Publico/MstConservacionRec_InfoGral.aspx

<http://iberopuebla.edu.mx/posgrados/estudiosRegionales.asp>

<http://www.ciidirsina->

[loa.ipn.mx/WPS/WCM/CONNECT/CIIDIR_SINALOA/CIIDIR_SINALOA/INICIO/OFERTA_EDUCATIVA/MAESTRIAS/INDEX.HTM](http://www.ciidirsina-loa.ipn.mx/WPS/WCM/CONNECT/CIIDIR_SINALOA/CIIDIR_SINALOA/INICIO/OFERTA_EDUCATIVA/MAESTRIAS/INDEX.HTM)

<http://docencia.colef.mx/node/26>

<http://www.itson.mx/oferta/mcrn/Paginas/mcrn.aspx>

http://www.postgrado.usb.ve/areas/ver_programa/35

<http://www.lumes.lu.se/>
<http://www.stockholmresilience.org/education/secondlevelstudies/socialecologicalresilienceforsustainable-development.4.5004bd9712b572e3de6800016398.html>
<http://www.fib.upc.edu/en/masters/msti.html>
http://www.upc.edu/master/fitxa_master.php?id_estudi=64&lang=ing&id_titulacio=128#
<http://isp.unu.edu/grad/masters/>
<http://www.sustainabilityinstitute.net/courses/masters-programme>
<http://www.leuphana.de/en/graduate-school/masterprograms/arts-sciences/sustainability-sciences.html>
<http://www.icis.unimaas.info/education/master-program/>
<http://www.akamaiuniversity.us/CenterforSustainedHumanDevelopment.html#32>
<http://arts.monash.edu.au/ges/pgrad/mes/index.php>
http://courses.curtin.edu.au/course_overview/postgraduate/Master-Sustainability
<http://www.usq.edu.au/handbook/2010/sci/MSSC.html>