



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**ESCUELA
NACIONAL
de ESTUDIOS
SUPERIORES**
UNIDAD MORELIA

**PROYECTO DE CREACIÓN DEL PLAN Y PROGRAMAS DE ESTUDIO
DE LA LICENCIATURA EN CIENCIA DE MATERIALES SUSTENTABLES**

TOMO I

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA

TÍTULO QUE SE OTORGA

Licenciado(a) en Ciencia de Materiales Sustentables

(Opción terminal elegida)

(en el área de Desarrollo Tecnológico)

o

(en el área de Mejoramiento Ambiental)

DIPLOMA QUE SE OTORGA

Técnico(a) Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales

Fecha de aprobación del Consejo Técnico: 22 de enero de 2013

ENTIDAD ACADÉMICA PARTICIPANTE

Instituto de Investigaciones en Materiales

Universidad Nacional Autónoma de México

ENTIDADES ACADÉMICAS COLABORADORAS

Instituto de Ingeniería

Instituto de Geología

Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Investigaciones Metalúrgicas

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Contenido

INTRODUCCIÓN	6
I. ANTECEDENTES.....	10
1. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL DISEÑO DEL PLAN DE ESTUDIOS	11
2. FUNDAMENTACIÓN ACADÉMICA DEL PROYECTO	14
2.1. DEMANDAS DEL CONTEXTO	14
2.2. ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS DE LAS DISCIPLINAS QUE ABARCA EL PLAN DE ESTUDIOS	16
2.3. SITUACIÓN DE LA DOCENCIA Y LA INVESTIGACIÓN EN LOS NIVELES INSTITUCIONAL Y DE LA ENTIDAD.....	19
2.4. ANÁLISIS DE PLANES DE ESTUDIO AFINES	20
2.5. CARACTERÍSTICAS ACTUALES Y TENDENCIAS FUTURAS DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL	25
2.6. RETOS QUE ENFRENTA EL PLAN DE ESTUDIOS.....	28
2.7. RESUMEN DE LOS RESULTADOS MÁS RELEVANTES DEL DIAGNÓSTICO QUE FUNDAMENTA LA VIABILIDAD Y PERTINENCIA DE LA CREACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.....	30
3. PROPUESTA DEL PLAN DE ESTUDIOS	33
MISIÓN.....	33
VISIÓN	33
3.1. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS PARTICULARES	34

3.2. PERFILES.....	34
3.2.1. <i>Perfil de ingreso</i>	35
3.2.2. <i>Perfil intermedio</i>	36
3.2.3. <i>Perfil de egreso</i>	37
3.2.4. <i>Perfil profesional</i>	40
3.3. DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS, TOTAL DE CRÉDITOS Y DE ASIGNATURAS.....	41
3.4. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.....	42
3.4.1. <i>Descripción de la organización del plan de estudios</i>	42
3.4.2. <i>Mecanismos de flexibilidad del plan de estudios propuesto</i>	47
3.4.3. <i>Seriación obligatoria e indicativa</i>	48
3.4.4. <i>Lista de asignaturas</i>	51
3.4.5. <i>Mapa Curricular</i>	62
3.5. REQUISITOS	63
3.5.1. <i>Requisitos de ingreso</i>	63
3.5.2. <i>Requisitos extracurriculares y prerrequisitos</i>	64
3.5.3. <i>Requisitos de permanencia</i>	64
3.5.4. <i>Requisitos de egreso</i>	65
3.5.5. <i>Requisitos de titulación</i>	65
3.5.6. <i>Opción técnica</i>	66
4. IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	67
4.1. CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN	67
4.1.1. <i>Criterios académicos</i>	67
4.1.2. <i>Criterios administrativos</i>	68
4.2. RECURSOS HUMANOS.....	69

4.3. INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS MATERIALES.....	71
5. PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO	72
5.1. EXAMEN DIAGNÓSTICO AL INGRESO	72
5.2. EXAMEN DIAGNÓSTICO DE LOGRO DE PERFILES INTERMEDIOS.....	73
5.3. SEGUIMIENTO DE LA TRAYECTORIA ESCOLAR.....	73
5.4. EVALUACIÓN DE LAS ASIGNATURAS CON ALTO ÍNDICE DE REPROBACIÓN	73
5.5. SEGUIMIENTO DEL ABANDONO ESCOLAR.....	74
5.6. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS DE LA O LAS DISCIPLINAS QUE ABARCA EL PLAN DE ESTUDIOS	74
5.7. ESTUDIOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ACTUALES Y EMERGENTES DE LAS PRÁCTICAS PROFESIONALES	74
5.8. EVALUACIÓN DE LA DOCENCIA, INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN.....	75
5.9. CRITERIOS GENERALES DE LOS PROGRAMAS DE SUPERACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PERSONAL ACADÉMICO	75
5.10. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LOS RECURSOS MATERIALES E INFRAESTRUCTURA.....	76
5.11. SEGUIMIENTO DE EGRESADOS	76
5.12. MECANISMOS DE ACTUALIZACIÓN DE CONTENIDOS Y BIBLIOGRAFÍA	77
II. REFERENCIAS.....	78
III. ANEXOS.....	79

INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico y la globalización de los mercados son factores que provocan una mayor demanda de los recursos naturales disponibles. Dado que los recursos naturales son agotables, es necesario tener proyectos de planificación que se apoyen en el desarrollo de las nuevas tecnologías para lograr un uso sustentable de los recursos orgánicos e inorgánicos. Con este marco de referencia, los ejes centrales que guían en muchos casos la investigación y la formación de recursos humanos deben referirse al uso sustentable de los recursos. Así surgen temas que es necesario atender, como la configuración de las redes de creación de la riqueza, los ciclos de vida de los materiales y las acciones para modificar las condiciones marginales socio-económicas. También es necesario pensar en cómo contrarrestar la disminución, la sobre explotación y la contaminación de los recursos naturales, y determinar la forma en que se puede asegurar el abastecimiento de materias primas para el continuo desarrollo de tecnologías avanzadas. La creación de soluciones será posible a través de la unión interdisciplinaria de sectores con habilidades que se conjuguen bajo una misma directriz: la de generar proyectos a partir de la participación de diversas instituciones que aseguren la formación de recursos humanos, que detecten y resuelvan problemas, con lo cual se contribuye a la construcción de sociedades sustentables.

La ciencia e ingeniería de materiales ha acompañado el desarrollo de la humanidad en todos sus estadios, buscando siempre el aprovechamiento de los recursos. Se han dedicado grandes e intensos esfuerzos al entendimiento de la composición, las propiedades y la respuesta a factores externos de los materiales. El siglo XX fue un periodo de resultados teóricos y tecnológicos fundamentales en la ciencia e ingeniería de materiales, ya que fue en esta época cuando se inventó el transistor que hizo posible el desarrollo de la electrónica, que derivó en todas las comodidades que conocemos; se inventaron también el circuito integrado y el LASER, y se pudieron obtener imágenes de la materia a través de experimentos de resonancia magnética. Estos son algunos ejemplos de invenciones que han ejercido una fuerte influencia en los aspectos económicos, sociales y culturales de la humanidad.

La ciencia e ingeniería de materiales estudia la conformación de la materia y su interacción, lo que permite la formación de los distintos materiales. Gracias al desarrollo tecnológico, a partir el siglo XX tenemos la posibilidad de observar el comportamiento de los materiales bajo condiciones extremas, ya que podemos someterlos a temperaturas cercanas al cero absoluto, y también a la presencia de

campos magnéticos intensos. Asimismo, los podemos analizar con instrumentos que generan imágenes en escalas más pequeñas que la microscópica.

La ciencia e ingeniería de materiales es actualmente una de las áreas científicas más dinámicas y se ha convertido en una disciplina que integra el trabajo de físicos, químicos, ingenieros y matemáticos. En México, la ciencia e ingeniería de materiales se promovió por primera vez en instituciones de educación superior sólo en los niveles de posgrado, es decir, como opciones de especialización, de maestría y de doctorado. Más tarde surgieron algunos programas de estudio, principalmente en institutos tecnológicos, que ofrecieron la licenciatura en ingeniería de materiales, así como en algunas universidades estatales, a través de sus facultades de ingeniería o de química, donde se implementaron licenciaturas que se concentran en el estudio de los materiales, lo cual es insuficiente para cubrir no sólo la demanda estudiantil, sino la necesidad que nuestra sociedad tiene para insertarse de manera activa en el desarrollo científico y tecnológico de los materiales. En la UNAM, el esfuerzo por preparar a la sociedad en el tema de los materiales se vio reflejado con la creación de la Licenciatura en Nanotecnología, impartida en el Centro de Nanociencias y Nanotecnología en la ciudad de Ensenada, Baja California. Esta licenciatura es el resultado de la reflexión actual sobre el compromiso universitario para mantenerse a la vanguardia de la investigación científica, en particular, en el área de los materiales.

Dentro de este contexto, en este proyecto se plantea la creación de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables. Su origen se fundamenta en la necesidad de formar científicos y tecnólogos con las habilidades para entender las propiedades de los materiales, que sean capaces de proponer mecanismos y procesos orientados a su mejor aprovechamiento. Áreas como la medicina, las telecomunicaciones, la ecología, la tecnología doméstica y la educación, se ven directamente beneficiadas por esta licenciatura.

Con la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables, la UNAM impulsa una estrategia de impacto nacional para influir en la transformación de la sociedad a través de la formación de generaciones preparadas para atender problemas inmediatos y futuros. El uso de los materiales, de forma eficiente e inteligente, es indispensable para garantizar una estabilidad económica y ambiental, obteniendo así un desarrollo

sustentable. Es por esto que la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables tiene como prioridad formar profesionales:

- 1) En el área de tecnologías innovadoras en procesos de producción y manejo eficiente de materiales, lo cual incluye el desecho seguro o reciclaje de los mismos.
- 2) Líderes en la investigación de producción y uso de materiales de reciente descubrimiento.
- 3) En el área de procesos y producción de materiales amigables con el medio ambiente.

Para llevar a cabo este proyecto, es indispensable contar con una estructura académica que le de cobijo a la propuesta, que en este caso es la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), Unidad Morelia. Como antecedente se tiene la aprobación por el Consejo Universitario de la creación de la ENES, Unidad Morelia, el 9 de diciembre de 2011, misma que inició actividades en agosto de 2012. La ENES ofrece licenciaturas novedosas, y algunas de ellas se están desarrollando en colaboración con instituciones educativas de la región, como la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y el Colegio de Michoacán.

El proyecto de creación de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables (LCMS) es promovido principalmente por un grupo de investigadores del Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM) de la UNAM, quienes se encuentran actualmente en Morelia impulsando la formación de una Unidad Académica del IIM en esa ciudad. También participan profesores que provienen de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, de la Facultad de Ingeniería Civil y de la Facultad de Ingeniería Química de la UMSNH.

La estructura académica de este proyecto comienza con una formación sólida en física, química, biología y matemáticas, además de conocimientos sobre los procesos y las técnicas de ingeniería en materiales. Con esto, se forma a los alumnos en la preparación y la síntesis de materiales, el manejo de las técnicas de investigación así como de las tecnologías de la información. Estas herramientas posibilitarán el reconocimiento de problemas relacionados con nuevos materiales, que además tengan características de sustentabilidad.

El plan de estudios propuesto ofrece la formación de recursos humanos con habilidades que les permitirán interactuar con grupos civiles, industriales y académicos interesados en la optimización de recursos. Proyectos como el desarrollo de prótesis, de procesos para dosificación y liberación controlada de fármacos, de reciclaje de agua, de electrónica basada en el espín de las partículas, de transistores orgánicos y de aprovechamiento de energías renovables, son sólo algunos ejemplos de las áreas en que podrán influir los egresados de esta licenciatura.

Este plan de estudios contempla dos áreas de profundización: *Desarrollo Tecnológico* y *Mejoramiento Ambiental*. El licenciado en Ciencia de Materiales Sustentables será capaz de detectar problemas en estas áreas y trabajar en proyectos interdisciplinarios para obtener soluciones eficaces. Podrá además interactuar, a niveles nacional e internacional, con diversas instituciones públicas y privadas para proponer líneas de trabajo orientadas a la solución de problemas específicos. Aunado a estas dos áreas de profundización, el plan de estudios tiene una opción técnica, que se denomina Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales. Los alumnos que decidan tomar esta opción de carácter técnico, podrán fácilmente ingresar en el mercado laboral, ya que el análisis del impacto ambiental es de suma utilidad para la industria de los materiales.

Esta licenciatura ofrece un programa dinámico, integral y flexible de ocho semestres, al término de los cuales el egresado contará con experiencia en problemas reales y con las herramientas teórico prácticas que le permitirán incorporarse al mercado de trabajo, o bien, si es de su interés, ingresar a algún programa de posgrado. Se ofrece, asimismo, una opción técnica con cuatro semestres de duración, la cual se podrá seleccionar al final del tercer semestre.

La colaboración académica entre el grupo de investigadores del IIM de la UNAM que labora en Morelia y los grupos de investigación locales, especialmente de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se ha desarrollado a lo largo de ocho años. Esto es un buen antecedente que asegura la colaboración y el apoyo para la consolidación de la planta académica del plan de estudios propuesto, cubriendo así las necesidades de una institución académica en la región occidental de México. Esto es de suma importancia, ya que la ciudad de Morelia constituye un polo educativo en esta región, que recibe a estudiantes de todo el estado de Michoacán y los

procedentes de Guerrero, Colima, Guanajuato y del Estado de México.

I. ANTECEDENTES

En los últimos años ha sido política de la UNAM apoyar decididamente la descentralización, lo cual se ha hecho tangible en la creación de los polos de investigación tanto en Morelia como en Querétaro y en Ensenada, entre otros. De igual forma, la UNAM ha destinado importantes esfuerzos para incrementar el nivel de vinculación con la industria y la sociedad.

El IIM de la UNAM ha participado, desde su creación, en este esfuerzo de descentralización de manera importante. Su sede en Temixco, Morelos, hoy Centro de Investigación en Energía, inició en 1985 y actualmente cuenta con investigadores de excelente nivel. La participación del IIM-UNAM en la creación del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la UMSNH fue igualmente de gran importancia. Además, el IIM comisionó temporalmente parte de su personal académico para la creación y consolidación del Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados en Chihuahua (CIMAV), centro SEP-CONACYT.

Siguiendo con este esfuerzo para descentralizar las entidades de la UNAM, en abril de 2004 el Consejo Interno del IIM autorizó que se dieran los primeros pasos para la creación de la Unidad Académica del Instituto en Morelia, iniciando actividades en agosto del mismo año en las instalaciones que temporalmente facilitaron el Centro de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM. Más tarde, el grupo que labora en Morelia realizó sus actividades en una casa que fue acondicionada con las herramientas básicas, de tal forma que los investigadores pudieran realizar su trabajo adecuadamente. Esta sede se gestionó mediante un acuerdo entre la UNAM y el Gobierno del Estado de Michoacán. Recientemente, los investigadores del IIM se mudaron a las instalaciones del Centro de Investigación en Ecosistemas y del Centro de Investigación en Geografía Ambiental de la UNAM en Morelia, dando así un paso más hacia la formación de la Unidad Morelia del IIM.

El IIM tiene interés en fortalecer su presencia en Morelia debido a que en el estado de Michoacán existe una importante infraestructura para la investigación y la docencia en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales, y se han realizado importantes esfuerzos

para aumentar su nivel tecnológico y científico. La relación entre el IIM de la UNAM y las industrias del estado de Michoacán, así como con las autoridades estatales, fue la principal motivación para crear la Unidad Académica del IIM en Morelia, misma que en un futuro contará con una importante infraestructura para la caracterización, la investigación, la innovación y el desarrollo en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales, lo cual es imprescindible para enfrentar los retos originados por el crecimiento económico del estado.

Además de la relación con la industria, los investigadores del IIM tienen una importante colaboración con investigadores del Instituto de Geofísica de la UNAM en temas de nanotecnología, particularmente en estudios de propiedades electrónicas y magnéticas en sistemas espintrónicos.

La actividad de investigación y docencia a nivel de posgrado ha crecido paulatinamente. Asimismo, alumnos de licenciatura y maestría de algunas instituciones locales como la UMSNH y el Tecnológico de Morelia han mostrado interés por realizar estancias de verano, servicio social, tesis y prácticas profesionales con los investigadores del grupo de materiales de la UNAM. Por su parte, estas instituciones han invitado a diversos miembros del grupo a ofrecer pláticas de divulgación, a impartir conferencias, a participar en semanas de orientación vocacional, entre otras actividades. Es de destacar la relevancia que han tenido eventos, como la Escuela de Ciencia de Materiales y Nanotecnología que realiza año con año el IIM en Morelia y que celebró su séptima edición en abril de 2012. La influencia de los investigadores del IIM en Morelia es incuestionable. El reto ahora es formar la Unidad en Materiales Sustentables, en concordancia con la licenciatura que aquí se propone.

1. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL DISEÑO DEL PLAN DE ESTUDIOS

La elaboración de este proyecto se llevó a cabo por la Comisión de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables, en la que participaron investigadores del IIM-UNAM. Con el propósito de fortalecer los trabajos de la comisión se contó además con la colaboración de profesores e investigadores invitados de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, de la Facultad de Ingeniería Civil y de la Facultad de Ingeniería Química de la UMSNH.

El trabajo de la comisión se realizó de manera continua en reuniones generales quincenales donde participaron todos los miembros, y reuniones especiales donde participaron los integrantes de las diferentes subcomisiones que se conformaron; éstas, a su vez, fueron apoyadas por otros académicos de la UNAM y de la UMSNH.

En total, la comisión estuvo integrada por cinco miembros permanentes, cuatro de ellos investigadores del IIM y una experta en el ciclo de vida y el impacto ambiental de los materiales. Para llevar a cabo este proyecto de creación de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables, el pleno de la comisión sesionó en quince ocasiones a lo largo de 2012, además de las reuniones realizadas por los miembros de las subcomisiones.

La elaboración de esta propuesta se vio enriquecida por la experiencia de los integrantes de la comisión, quienes han participado activamente en la creación de otros planes de estudio a nivel de licenciatura y de posgrado, así como de la experiencia docente de varios de los profesores en el campo de la ciencia e ingeniería de materiales de la UNAM y de la UMSNH.

La primera etapa en el desarrollo de este proyecto consistió en analizar las características de diferentes planes de estudio de licenciaturas dedicadas a la ingeniería de materiales y a la nanotecnología impartidas en instituciones de educación superior nacionales. Una investigación similar se realizó acerca de los programas existentes en universidades de otros países, principalmente en los Estados Unidos de América, Argentina y España. En México existen actualmente ocho institutos tecnológicos que ofrecen la Licenciatura de Ingeniería en Materiales (Aguascalientes, Calkiní, Chihuahua, Irapuato, Querétaro, Saltillo, San Luis Potosí y Zacatecas). Sólo cinco universidades ofrecen la Licenciatura o Ingeniería en Materiales: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y Universidad de Sonora (USon) y siete instituciones ofrecen la Licenciatura en Nanotecnología: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), Universidad Politécnica del Valle de México (UPVM), Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán (UCEM), Universidad de las Américas en Puebla (UDLAP), Universidad de Baja California (UDBC) y el Instituto Tecnológico de Tijuana (IT-Tijuana). Sin embargo, no se encontraron instituciones que impartan específicamente

la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables.

El resultado inmediato de esta investigación es que, a nivel nacional, hay un déficit en la oferta de las universidades en un área tan dinámica como la ciencia e ingeniería de materiales. Es por ello que se concluyó en favor de la necesidad de proponer la creación de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables, para ser implantada en la ENES, Unidad Morelia, la cual ofrecerá a sus estudiantes una formación científica, con una visión integral e interdisciplinaria de los retos en la manipulación de los materiales, incluyendo a la vez, una formación particular en áreas de especial importancia para el país, todo esto bajo la premisa de la sustentabilidad, fundamental en el desarrollo tecnológico.

Para discutir la pertinencia de ofrecer las áreas de profundización, se formaron dos subcomisiones al interior de la Comisión de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables, una enfocada en el desarrollo tecnológico y otra en el mejoramiento ambiental. También se nombraron responsables encargados del diseño de los programas de estudio de las distintas asignaturas de la propuesta, correspondientes a las áreas de profundización. Estas subcomisiones han recibido el apoyo de investigadores especializados en estos campos de estudio.

El trabajo de la comisión se realizó en las etapas que a continuación se enlistan:

- Discusión de problemas en el país, especialmente en la región occidental de México, que requieren de la atención de profesionales en el campo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales y la definición de las áreas en las que se requiere al licenciado en Ciencia de Materiales Sustentables. De esta discusión surge la necesidad de las dos áreas de profundización: Desarrollo Tecnológico y Mejoramiento Ambiental.
- Análisis de las licenciaturas existentes en otras universidades e institutos de formación profesional.
- Evaluación de la pertinencia de la inserción de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables con un carácter interdisciplinario en el marco de la ENES, Unidad Morelia, la cual ofrece las licenciaturas en Geociencias y en Ciencias Ambientales.
- Evaluación de los recursos humanos disponibles para la implementación de la licenciatura.

- Fundamentación del proyecto.
- Elaboración de los perfiles de ingreso y egreso.
- Organización de las subcomisiones en las áreas de física, química, matemáticas e ingeniería.
- Organización de la etapa de formación básica de la licenciatura.
- Organización de las subcomisiones de las áreas de profundización en Desarrollo Tecnológico y en Mejoramiento Ambiental.
- Elaboración de los esquemas curriculares de las áreas de profundización.
- Elaboración de los programas de las asignaturas obligatorias por área de profundización y de las asignaturas optativas, por las distintas subcomisiones.
- Revisión del proyecto por parte de la Secretaría de Desarrollo Institucional (SDI).
- Modificaciones solicitadas por la SDI.
- Presentación y aprobación por el Consejo Interno del IIM.
- Presentación y aprobación por el Consejo Técnico de la ENES, Unidad Morelia.

2. FUNDAMENTACIÓN ACADÉMICA DEL PROYECTO

2.1. Demandas del contexto

El área de ingeniería (mecánica, eléctrica, civil, entre otras) sigue siendo una disciplina imprescindible para la generación de la tecnología y la infraestructura que nuestro país requiere. De acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2004) para la distribución porcentual de los profesionales según la disciplina académica, el número de profesionales en las ingenierías mecánica e industrial se encuentran en los primeros lugares, por debajo de contaduría, administración, derecho y medicina. En contraste, las ciencias químicas se ubican apenas en la segunda mitad de dicha distribución, y las ciencias físico-matemáticas se encuentran en el rubro de “otras disciplinas”, en el último lugar. El problema que resulta de lo anterior es un déficit de personal que no sólo esté capacitado para resolver las necesidades inmediatas en tecnología, sino que además comprenda el alcance de los cambios fundamentales en la concepción de la materia y la naturaleza de las interacciones que

generan los distintos materiales con lo que finalmente logrará desarrollos tecnológicos novedosos a distintos niveles. Esto último solamente se logra con una educación que incorpore los elementos conceptuales más modernos, así como los procesos y técnicas avanzadas en los laboratorios.

El sector centro-occidente del país, que comprende a los estados de Guanajuato, Jalisco, Colima y Michoacán (con una superficie aproximada de 173,000 km² en la región terrestre y 721 km de litoral marítimo) es particularmente importante por la presencia de las industrias automotriz, acerera, naviera, de materiales poliméricos y de cómputo. Tan sólo en el estado de Michoacán existen en total 141,543 unidades económicas, de las cuales 21,403 son manufactureras, 464 de la industria de la construcción, 756 agroindustrias y 200 en el área de minería. Además, el puerto de Lázaro Cárdenas ha atraído empresas internacionales como la acerera holandesa Arcelor Mittal Steel. Con 47 parques industriales en Jalisco, 23 en Guanajuato y cinco en Michoacán, el sector industrial ofrece un gran mercado meta para los egresados de la LCMS, ya que la industria se encuentran relacionada intrínsecamente con la producción y transformación de materiales que requieren de personal que se ocupe del trabajo en los laboratorios, pero que además contemple a la industria de los materiales desde una óptica sustentable.

Los alcances de la ciencia actual han obligado a la comunidad científica a optar por la especialización para poder resolver problemas específicos dentro de grupos de trabajo interdisciplinarios. La ciencia e ingeniería de materiales se apoya en los conocimientos de física, química, matemáticas e ingeniería para estudiar materiales y entender los distintos fenómenos que en ellos se observan, muchos de los cuales son actualmente retos importantes en investigación básica y con aplicaciones potenciales. Por ejemplo, el mecanismo global del fenómeno de superconductividad no se conoce aún, y el empleo de los materiales superconductores está sujeto a temperaturas de operación comparables a las del punto de ebullición del nitrógeno o del helio líquidos, lo cual no ha sido motivo suficiente para descartar por completo las aplicaciones de estos materiales. Sin embargo, es evidente que el descubrimiento del mecanismo último de la superconductividad o de un material superconductor a temperatura ambiente representará revoluciones importantes en la ciencia e ingeniería de materiales. Los superconductores, además, son materiales considerados sustentables, ya que contribuyen a tener fuentes de energías eficientes y poco contaminantes. El contar con un grupo de formación interdisciplinaria en la ciencia e ingeniería de materiales bajo

un mismo programa, representa una oportunidad para la región occidente de México y permite una mayor cooperación entre diversas instituciones para optimizar sus capacidades de docencia. Al ser ésta una Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables, única en el país, se tiene una opción novedosa con gran potencial laboral para los egresados.

La ciencia e ingeniería de materiales en general, y los materiales sustentables en particular, gozan de una posición estratégica, ya que las empresas suelen contar con un laboratorio de control de calidad de los materiales que producen, teniendo el reto de que éstos sean en su mayoría sustentables. Un avance en esta dirección es la aprobación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en 1988, la cual da una estructura a la gestión ambiental, incorporando regulaciones para el uso sustentable de los recursos naturales, la evaluación del impacto ambiental, la investigación y educación ecológicas, entre otras.

Además, se cuenta con diversos programas nacionales de posgrado en ciencia e ingeniería de materiales que permitirán a los egresados continuar con la profundización en sus estudios.

De lo expuesto anteriormente, la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables en el estado de Michoacán contribuiría a la formación de profesionales en este campo del conocimiento y sería de gran apoyo para el desarrollo económico y sustentable en la región.

2.2. Estado actual y tendencias futuras de las disciplinas que abarca el plan de estudios

En las últimas décadas, la ciencia e ingeniería de materiales ha aumentado su perímetro de alcance para abarcar una gran diversidad de problemas. El elemento clave es una búsqueda continua de entendimiento de lo que nos rodea a través de una combinación de investigación teórica y experimental. La ciencia e ingeniería de materiales, más que cualquier otra área de estudio, busca entender con detalle la conexión entre lo nanoscópico y lo macroscópico en sistemas con un gran número de constituyentes. Influye, además, en áreas científicas como la óptica, por la invención del LASER; la física de altas energías, por el uso de materiales superconductores en la generación de intensos campos magnéticos; la metrología, por el uso del efecto Hall cuántico en el establecimiento de estándares de resistencia y del kilogramo; la

astronomía, por el uso de detectores sofisticados; la química, por la distinta reactividad de los nuevos materiales; y en la biología, por la invención del tomógrafo. Existen además áreas como la de los metamateriales, los biomateriales, los materiales fotónicos, la materia condensada suave, la generación de software computacional y la nanotecnología, que conforman una veta de retos y de aplicaciones a corto y largo plazo que se vislumbra inagotable. En todos estos temas se puede tener un enfoque sustentable, que finalmente es lo que se requiere para tener una tecnología prometedora.

El impacto de la ciencia y la tecnología en el crecimiento económico y en la calidad de vida se refleja en el hecho de que precisamente la tecnología ha desplazado la fuerza de trabajo como factor para el crecimiento incluso en las naciones con economías emergentes. El progreso tecnológico se ve invariablemente acompañado por la generación de necesidades y riesgos potenciales en la sociedad. Entre los retos universales más importantes se encuentran el de satisfacer las necesidades energéticas, y el de la distribución y reciclaje de agua potable, para lo cual los materiales sustentables juegan un papel principal. Entre los riesgos importantes tenemos el de comprender y controlar el uso de los materiales para resolver problemas de la salud y para controlar los diversos tipos de desechos resultantes. Los retos y el campo de influencia del área de los materiales sustentables están íntimamente ligados a estos problemas, y es precisamente esta disciplina la que puede generar beneficios con un impacto directo en el bienestar social.

Tradicionalmente, la ingeniería se ha concentrado en el desarrollo de proyectos con un enfoque tecnológico. La ciencia e ingeniería de materiales, por su parte, utiliza un enfoque que busca incorporar el conocimiento fundamental de los constituyentes de la materia con la optimización de procesos para su manipulación, por lo que se puede trabajar tanto en el campo académico y de la investigación como en la industria, y muchas veces, en ambos. Como muestra de ello basta considerar los servicios que ofrecen actualmente los institutos de investigación al público en general.

Es importante decir que actualmente existen foros importantes, nacionales e internacionales, especialmente diseñados para discutir temas relacionados con la investigación en materiales. Algunos ejemplos son el *International Materials Research Congress*, con sede permanente en Cancún, México; *The Latin American Symposium of*

Solid State Physics; The International Conference on Low Dimensional Structures and Devices; The International Conference on Magnetism y el *March Meeting de la American Physical Society*. En México, la Sociedad Mexicana de Física cuenta, entre sus divisiones temáticas, con la División de Dinámica de Fluidos, la División de Nanociencia y Nanotecnología, y la División de Materia Condensada, cada una de las cuales organiza eventos periódicos para promover la colaboración entre las distintas instituciones. Cabe mencionar que en todos estos foros, el tema de la sustentabilidad se ha hecho cada vez más presente, lo que refleja el hecho de que la disciplina de materiales sustentables es cada vez más importante.

Los licenciados en Ciencia de Materiales Sustentables deben desarrollar habilidades en el manejo de las Tecnologías de la Información (*hardware y software*) y Comunicación a través de la informática y la electrónica, deben poseer mayor conocimiento y destreza para operar adecuadamente los equipos y los sistemas de control, los sistemas inteligentes, para comprender la naturaleza de la materia, así como la síntesis y procesamiento de materiales. Durante sus estudios, el alumno tendrá la oportunidad de elegir un área de profundización: en el Área de Desarrollo Tecnológico o en el Área de Mejoramiento Ambiental. En la primera, aprenderá temas relacionados con las propiedades electromagnéticas de los materiales, los nanomateriales, los biomateriales y materiales para el desarrollo de distintas fuentes de energía. En la segunda, el alumno se concentra en el estudio de procesos para el reciclado y la disposición segura de los desechos, en la restauración ambiental y en la investigación sobre la preparación de nuevos materiales que puedan degradarse sin generar productos contaminantes, todo con la finalidad de tener materiales amigables con el medio ambiente. Además, tiene una opción como Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales, cuyas labores resultan indispensables para la industria actual.

En México, en años recientes, las ciencias han establecido una relación interdisciplinaria para aprovechar recursos y conocimientos que antes se consideraban aislados y sin aplicación directa a otras áreas. Por lo tanto, resulta indispensable que se impulse la formación de profesionales altamente capacitados, que den respuesta a las apremiantes necesidades de la población mexicana, y que al mismo tiempo le permitan al egresado trabajar en las áreas tradicionales por contar con los conocimientos básicos de las disciplinas en ciencias naturales y matemáticas. Todo esto está contemplado en esta Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables.

2.3. Situación de la docencia y la investigación en los niveles institucional y de la entidad

La humanidad siempre ha tenido curiosidad acerca de la composición de la materia y de las características de los materiales, razón por la cual, a lo largo de la historia, se han creado modelos y teorías para organizar a los materiales de acuerdo con sus propiedades. Así se tienen, por ejemplo, superconductores, conductores, semiconductores y aislantes; ferromagnetos, paramagnetos y diamagnetos; materiales cristalinos, cuasi-cristalinos y amorfos. La Universidad Nacional Autónoma de México ha formado, durante varias décadas, profesionales en física, química e ingeniería, quienes se han encargado de la investigación de la materia y de los materiales. Además, la naturaleza del territorio nacional ha requerido profesionales en ingeniería petrolera, en geología, en geofísica, en minas y en metalurgia.

En México existen varios centros de investigación con departamentos de investigación en materiales, pero la UNAM ha sido pionera en la creación de centros e institutos dedicados especialmente a la investigación de materiales, como el Instituto de Investigaciones en Materiales y el Centro de Nanociencias y Nanotecnología.

Dentro de la UNAM, la formación en ciencia e ingeniería de materiales se ofrece como opción terminal en las licenciaturas de Física, Química e Ingeniería. Existen otras licenciaturas, como la Ingeniería de Minas y Metalurgia, que están específicamente orientadas hacia los materiales desde el inicio. En el ambiente académico prevalece una clara división entre el estudio de las Ciencias Naturales y la Ingeniería. Lo anterior contrasta con la situación a nivel de posgrado. La oferta de posgrados nacionales en ciencia e ingeniería de materiales está mejor establecida y no es escasa. La UNAM, por ejemplo, ofrece el Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Politécnico (CINVESTAV), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) en Chihuahua, la BUAP, el Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.; la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S. A. de C. V.; el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, el Instituto Tecnológico de Saltillo, Coahuila; la Universidad Autónoma de Campeche, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la Universidad Autónoma de Coahuila, la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, la Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad de

Guadalajara, la Universidad de Sonora, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo ofrecen posgrados en materiales que son reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad. Esto ha permitido una gran movilidad y acrecentado la colaboración de estudiantes e investigadores del área de la ciencia e ingeniería de materiales.

Hace casi 20 años se implementó la Licenciatura en Ingeniería en Materiales en el Instituto Tecnológico de Morelia que depende del Gobierno Federal. Actualmente, esta ingeniería posee una matrícula de 70 alumnos, y los egresados de las primeras generaciones se han encaminado principalmente a la actividad metalúrgica del estado y de otras regiones. Apenas en 2006, la Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán, con sede en la ciudad de Sahuayo, inició sus actividades incluyendo, entre otras, la Licenciatura de Ingeniería en Nanotecnología. En ninguna de estas opciones se contempla la idea de materiales sustentables, que hoy en día es fundamental para un desarrollo tecnológico moderno y con futuro.

Actualmente, los investigadores del IIM-UNAM que laboran en Morelia generan publicaciones en revistas indizadas, asesoran tesis de licenciatura, de maestría y de doctorado, colaboran con jóvenes investigadores en proyectos de posdoctorado y reciben estudiantes para estancias de verano de investigación. Han promovido además la creación de convenios interinstitucionales en la región. Todos los investigadores del IIM que laboran en Morelia pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores, con nombramientos que van desde Candidato hasta Nivel III. La mayoría de los integrantes del grupo son y han sido responsables de organizar congresos y reuniones internacionales en áreas de su especialidad, así como presidido sociedades científicas o representado al país como miembros en organismos científicos internacionales. Los alumnos de la LCMS participarán en actividades como organización de eventos científicos y asistencia a congresos y reuniones a lo largo de la licenciatura, como parte de su formación profesional.

2.4. Análisis de planes de estudio afines

La educación superior en ciencia o ingeniería de materiales se encuentra todavía restringida a la oferta de unas cuantas instituciones en todo el país. Las cinco licenciaturas existentes en ciencia o en ingeniería de materiales tienen una duración de nueve a diez semestres y la filosofía educativa predominante consiste en proporcionar

una educación profesional destinada a la transformación óptima de los materiales para su mejor aprovechamiento, lo cual se puede enfatizar en metalurgia, en materiales poliméricos, en cerámicos o en materiales metálicos. La Secretaría de Educación Pública ofrece, en algunos institutos tecnológicos, la Licenciatura de Ingeniería de Materiales, con un programa de nueve semestres. Una oferta atractiva en el área de la ciencia e ingeniería de materiales es la de las licenciaturas o ingenierías en Nanotecnología que actualmente se ofrecen en seis entidades del país: en Ensenada y Tijuana, B. C.; en el Estado de México, en Querétaro, en Puebla, en San Luis Potosí y en Sahuayo, Michoacán. Estas licenciaturas se concentran en los procesos de materiales a escala nanométrica, sus efectos y sus posibles aplicaciones a escala macroscópica. Aun cuando son pocas, estas ofertas se presentan como opciones enfocadas a la investigación profunda de varios grupos de materiales. Sin embargo, salvo las licenciaturas en Nanotecnología, los programas siguen presentando, en diferentes niveles, un desequilibrio a favor de una formación con bases sólidas de física, química y matemáticas o a favor de la profundización en ingeniería, y ninguna de ellas contempla la idea de materiales sustentables. Respecto a sus requisitos de ingreso, todas exigen el bachillerato. En la estructura curricular prevalece el criterio de organización semestral, y en la mayoría, las asignaturas que se cursan son obligatorias y con seriación.

Dentro de las opciones para estudiar una licenciatura en materiales se encuentran diversos planes de estudio, por ejemplo, el número de asignaturas que integran los planes de estudio muestra gran variación - desde 37 hasta 58 - y los créditos otorgados oscilan entre un mínimo de 289 y un máximo de 450. En los planes analizados se ofrecen varias opciones terminales o de especialidad. También se exige acreditar la comprensión del idioma inglés. La tesis con réplica oral es la modalidad de titulación que más resalta, seguida por los exámenes generales de conocimientos, tesinas o monografías, seminarios de titulación, por alto promedio y por la participación en proyectos de investigación. El modelo educativo predominante es el centrado en el profesor, en quien se confía la capacidad de fomentar la autonomía del alumno y el desarrollo adecuado de habilidades intelectuales como el pensamiento crítico, la reflexión y la solución de problemas.

La escasa oferta para la formación de profesionales en temas relacionados con los materiales, se contrapone a la situación real de grandes avances en la investigación. Por ello, el grupo de investigadores del IIM-UNAM y de diversas facultades de la

UMSNH se dio a la tarea de plantear la creación de una licenciatura que ofreciera la formación necesaria para incidir en áreas de interés para la ciencia y la sociedad. Si bien este proyecto representa un reto y un gran esfuerzo por parte de los involucrados, también representa una oportunidad para formar profesionales mejor preparados para identificar problemas y proponer soluciones y, a futuro, ampliar los alcances del conocimiento en este campo. El plan de estudios que se propone permitirá que el grupo de investigadores del IIM-UNAM que trabaja en Morelia, interactúe directamente con los estudiantes desde el inicio de su formación profesional, y les proporcione las herramientas básicas para su ulterior desarrollo profesional. Asimismo, el grupo consolidará la actividad docente que lleva a cabo.

No hay que perder de vista que uno de los principales propósitos de la creación de una licenciatura como la que se propone es dar respuesta a las necesidades sociales de la región, pues como se mencionó anteriormente, no existe una institución pública de educación superior en el estado de Michoacán que ofrezca la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables. Si bien existe una licenciatura afín en el Instituto Tecnológico de Morelia (Ingeniería en Materiales), su perfil está enfocado fuertemente al área de metalurgia y soldadura. Existe también la Licenciatura de Ingeniería en Nanotecnología de la Universidad de la Ciénega en Sahuayo, Michoacán, pero no es en ciencia de materiales sustentables como la que aquí se propone.

Previo a la elaboración del presente proyecto se realizó un diagnóstico, del cual se observa que existe una pequeña oferta educativa en ingenierías en materiales y aún menor en licenciaturas en el área de ciencia de materiales y nanotecnología (Cuadro 1). Sobresale el grupo de ingeniería en materiales, principalmente porque está presente en diversos institutos tecnológicos. La mayoría de las licenciaturas forma profesionales en el área de las ingenierías, en las cuales se desarrollan habilidades útiles para participar en actividades relacionadas con la exploración y explotación minera metalúrgica. De las cinco universidades estatales que ofrecen la Licenciatura en Ingeniería de Materiales, cuatro están a cargo de departamentos de ingeniería, y una, de la Facultad de Ciencias Químicas de la institución correspondiente. Además existen licenciaturas en el área de nanociencias o nanotecnología, siendo una de ellas parte de la oferta educativa de la UNAM.

En Latinoamérica el panorama es similar. Existe la Licenciatura en Materiales en la Universidad Nacional del Litoral, Argentina, la Licenciatura en Ingeniería y Ciencia de los Materiales en el Tecnológico de Costa Rica e Ingeniería de Materiales en la Universidad Nacional del Litoral, en la Universidad Nacional de la Plata y en la Universidad Nacional de Mar de Plata, todas en Argentina. En España, la Universidad de Sevilla, la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad Complutense de Madrid ofrecen la Licenciatura de Ingeniería de Materiales. Esta última ofrece también programas de grados dobles en Física e Ingeniería de Materiales y en Química e Ingeniería de Materiales. En el caso de los Estados Unidos de América, se enfatiza la investigación en materiales principalmente en las escuelas de graduados (posgrados), pero resalta la característica interdisciplinaria debido a que el sector privado tiene una mayor participación económica en la creación de laboratorios de investigación.

Cuadro 1. Listado de instituciones mexicanas que ofrecen licenciaturas relacionadas con la Ciencia e Ingeniería de Materiales y con la Nanotecnología.

Facultad, Escuela o División	Institución	Título que se otorga
Facultad de Ingeniería Química	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Licenciado en Ingeniería de Materiales
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	Ingeniero en Ciencias de los Materiales
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica	Universidad Autónoma de Nuevo León	Ingeniero en Materiales
Facultad de Ciencias Químicas	Universidad Juárez del Estado de Durango	Ingeniero en Ciencias de Materiales
División de Ingeniería	Universidad de Sonora	Ingeniero en Materiales
Instituto Tecnológico de Aguascalientes (F)	Secretaría de Educación Pública	Ingeniero en Materiales
Instituto Tecnológico de Chihuahua (F)	Secretaría de Educación Pública	Ingeniero en Materiales
Instituto Tecnológico de Irapuato, Gto. (D)	Secretaría de Educación Pública	Ingeniero en Materiales

Instituto Tecnológico de Morelia, Mich. (F)	Secretaría de Educación Pública	Ingeniero en Materiales
Instituto Tecnológico de Querétaro (F)	Secretaría de Educación Pública	Ingeniero en Materiales
Instituto Tecnológico de Saltillo, Coah. (D)	Secretaría de Educación Pública	Ingeniero en Materiales
Instituto Tecnológico de Zacatecas (F)	Secretaría de Educación Pública	Ingeniero en Materiales
Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche (D)	Secretaría de Educación Pública	Ingeniero en Materiales
Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño	Universidad Autónoma de Baja California	Ingeniero en Nanotecnología
	Universidad Autónoma de Querétaro	Ingeniero en Nanotecnología
Facultad de Ciencias	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Ingeniero en Nanotecnología y Energías Renovables
	Universidad de Las Américas Puebla	Nanotecnología e Ingeniería Molecular
	Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán	Ingeniero en Nanotecnología
Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Ensenada, B.C. (F)	Universidad Nacional Autónoma de México	Licenciado en Nanotecnología
	Universidad Politécnica del Valle de México	Ingeniero en Nanotecnología
Instituto Tecnológico de Tijuana, B. C. (F)	Secretaría de Educación Pública	Ingeniero en Nanotecnología

(F) y (D) se refieren a los Institutos Tecnológicos Federales y Descentralizados.

Cabe señalar que, en ningún caso, existe la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables que aquí se propone. En este sentido, es completamente novedosa y sienta un precedente tanto nacional como internacional.

Al implementarla en la ENES, Unidad Morelia, se incorporarán profesores expertos en las áreas de profundización que se ofrecen, comprometidos con la docencia universitaria, y conocedores de las tendencias actuales en la formación de profesionales del área de la ciencia e ingeniería de materiales a nivel nacional y mundial. La actividad profesional y de investigación de estos profesores los ha llevado a foros nacionales e internacionales a través de publicaciones de alto impacto, o bien, participando en congresos donde presentan los avances de sus investigaciones. Estos académicos emplearán las metodologías de enseñanza y de evaluación modernas, y permanecerán en constante actualización por medio de diplomados de formación docente.

Finalmente, el plan de estudios propuesto permitirá desarrollar las habilidades en el uso de las tecnologías de la información, la comprensión del idioma inglés, y fomentar en los estudiantes la importancia del trabajo autónomo y en equipo, el pensamiento crítico y el aprendizaje continuo, implementando siempre modelos y estrategias de enseñanza-aprendizaje actualizados.

2.5. Características actuales y tendencias futuras de la formación profesional

La dinámica actual de la ciencia e ingeniería de los materiales se refleja, entre otras cosas, en las publicaciones y los eventos científicos organizados para reportar el trabajo realizado. Un ejemplo de lo anterior es que la base de datos SciVerseScopus enlista (hasta septiembre de 2012) un total de 185 revistas internacionales periódicas especializadas en algún tipo de materiales y 47 de ellas incluyen el prefijo “nano-”. El número total de revistas en la misma base de datos con la palabra “Physics” como parte del título, es 197. Una opción importante para difundir los resultados de la investigación es la publicación no arbitrada en el sitio de la Universidad de Cornell, arXiv, la cual incluye entre sus temáticas la de la materia condensada.

A nivel internacional y para el periodo 2012-2013, se cuenta con al menos 47 reuniones de especialistas tan sólo en el área de Física de la Materia Condensada y Materiales. En cada una de estas reuniones pueden coincidir desde cientos hasta algunos miles de profesionales. Algunas de las organizaciones con mayor número de agremiados a nivel mundial son la *Materials Research Society*, *European Materials Research Society*, la *American Physical Society* y la Sociedad Mexicana de Materiales. En las reuniones

anuales que llevan a cabo, se presentan trabajos en áreas como cómputo científico, superconductores, nanopartículas, materiales derivados del carbono, magnetismo cuántico, dispositivos de electrónica basados en el espín de las partículas, impacto social y política de la ciencia.

En México también existen conferencias anuales que logran integrar a investigadores, profesionales y estudiantes, los cuales presentan temáticas en el área de materia condensada, física de superficies, dinámica molecular, entre otras. La mayoría de los estudiantes que asisten son de maestría y doctorado, pero existen foros como la Escuela en Ciencia e Ingeniería de Materiales (Ciudad Universitaria, D.F.) y la Escuela de Ciencia de Materiales y Nanotecnología (Morelia, Mich.) organizadas por el IIM-UNAM, diseñados para estudiantes de los últimos semestres de licenciatura y los primeros de posgrado.

Uniendo a profesores e investigadores de distintas disciplinas dentro de la UNAM, se hace posible el estudio de la diversidad y complejidad de los distintos materiales y las interacciones que de los mismos resultan. Las aportaciones de los profesionales en ciencia e ingeniería han sido estratégicas para el desarrollo de un país como el nuestro, siendo cada día más necesaria su intervención en asuntos de interés nacional. Estos profesionales son generadores de grandes riquezas y satisfactores cuyo valor no se ha estimado en su dimensión correcta. En particular, los egresados de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables cubrirán un área que hasta ahora está desprotegida: el enfoque de sustentabilidad en la ciencia e ingeniería de materiales. Además, los egresados podrán promover la inversión del sector privado en la generación de infraestructura. En la Figura 1 se compara la participación de diferentes sectores en la inversión en investigación y desarrollo de acuerdo a las estadísticas de la UNESCO de 2009. La inversión del sector privado es imperante en nuestro país, ya que las instituciones de educación superior pública y privada, y los centros de investigación públicos son insuficientes para absorber a la población que termina sus estudios de posgrado en las áreas de ciencia y tecnología, que no son pocos como se puede observar en la Figura 2, donde se muestran los resultados del CONACYT sobre la evolución de egresados de doctorado por campo de la ciencia durante el periodo 2006-2011.

Los profesionales relacionados con la ciencia e ingeniería de materiales tienen un futuro prometedor, ya que sus labores están relacionadas fuertemente con el desarrollo tecnológico de cualquier país. En particular, los materiales sustentables son los que habremos de desarrollar con el fin de mantener las comodidades y el nivel de vida que los materiales nos dan, sin sacrificar el bienestar de las generaciones futuras.

Figura 1. Gasto en investigación y desarrollo de diversos sectores en los Estados Unidos de América y algunos países de América Latina en 2009 (datos de la UNESCO).

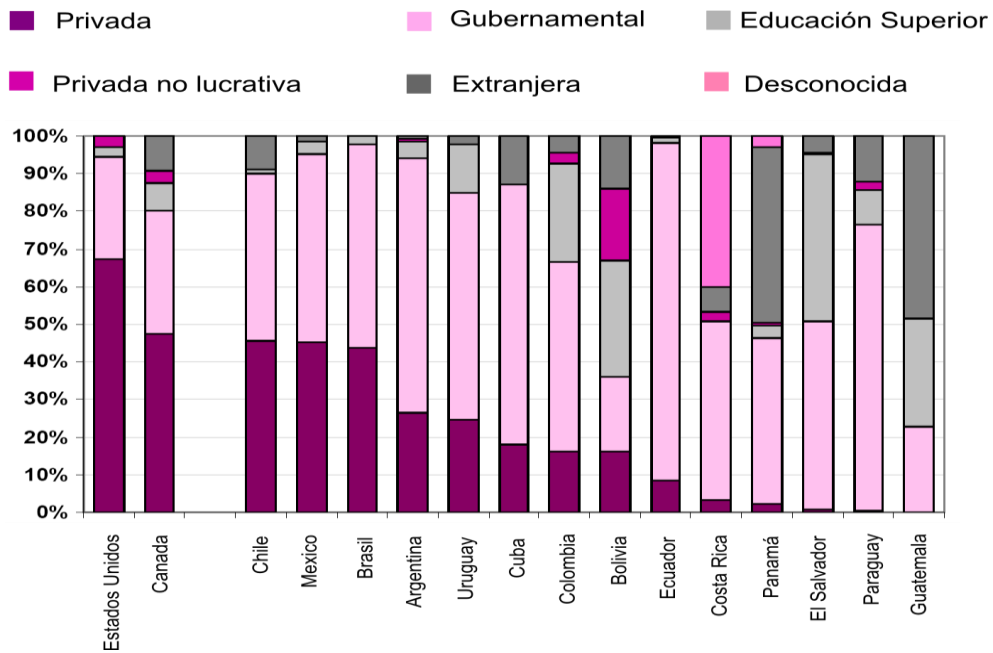
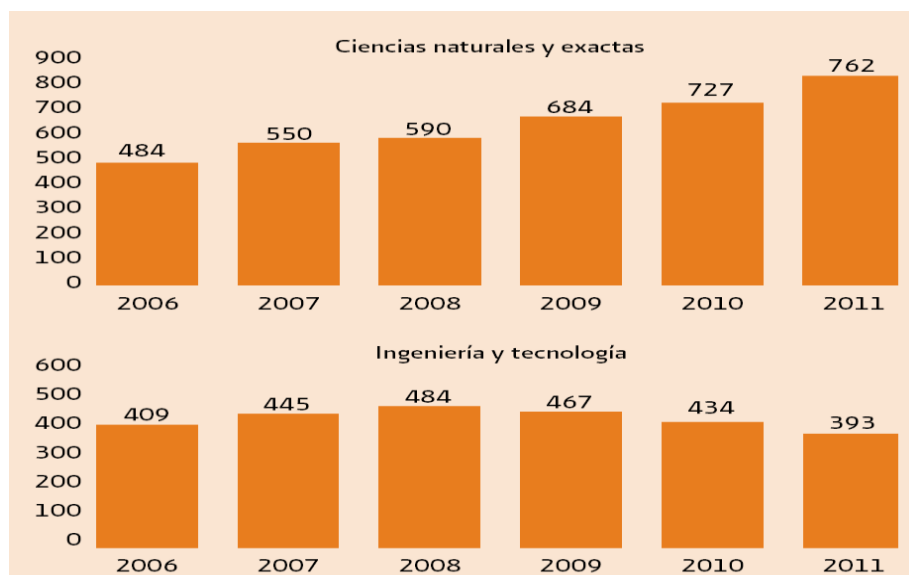


Figura 2. Evolución de egresos de doctorado por campo de la ciencia, 2006-2011 (ANUIES).



2.6. Retos que enfrenta el plan de estudios

El principal reto del plan de estudios de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables es el de formar profesionales en el desarrollo sustentable de los materiales, un nuevo campo del conocimiento, con base en conocimientos científicos sólidos y también con fundamentos en el área de la ingeniería. Para esto es necesario ofrecer cursos, talleres y seminarios que provean del entendimiento integrado que se requiere para estudiar la naturaleza de la materia y sus interacciones, las propiedades de los materiales y su aprovechamiento. Este plan de estudios tiene una estructura flexible y dinámica que contiene tanto la fortaleza y la solidez de las disciplinas tradicionales de las ciencias naturales como el perfil práctico y de aplicación de los planes de estudio de las ingenierías. Ofreciendo cursos formativos básicos, informativos e integrales, y cursos avanzados especializados, se podrán establecer las bases para un liderazgo en materiales que contribuya a la sustentabilidad.

Otro reto importante consiste en competir exitosamente con aquellos planes y programas desarrollados recientemente bajo una filosofía pedagógica innovadora, flexible, que a través de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), permita el intercambio de información y la posibilidad de que los alumnos construyan su propio conocimiento, guiados por profesores capacitados, para así responder

adecuadamente a este modelo educativo centrado en el estudiante. Los profesores que formen parte de esta propuesta educativa deben realizar actividades que les permitan optimizar su desempeño docente en función de algunas de las tendencias pedagógicas actuales, entre las que se encuentran:

- Enfatizar al estudiante que el interés por el conocimiento de la naturaleza no es únicamente una etapa en su formación, sino que también responde a la necesidad humana de comprender su entorno.
- Promover en el estudiante el que aprenda que la docencia y la investigación son herramientas importantes en su formación como científico.
- Impulsar y promover la disciplina del aprendizaje autónomo y continuo, y el respeto y conveniencia del trabajo en colaboración.
- Evaluar, de forma continua y objetiva, el avance y el logro del aprendizaje del alumno.
- Guiar al estudiante en la identificación y solución de los problemas individuales y colectivos.

En este mismo contexto, un reto que enfrenta el plan de estudios que se propone es el de ofrecer un espacio académico de excelencia, con un modelo educativo innovador y flexible, con elementos que posibiliten a los estudiantes adquirir una sólida formación que les permita ejercer su profesión con calidad. Por primera vez, se ofrecerá a nivel nacional una Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables con una estructura de asignaturas organizadas por bloques y con asignaturas integradoras. Será un reto continuo el impartir con calidad los programas de estudio de cada asignatura, con una dinámica diferente durante las semanas de duración que contempla cada curso. Se busca que la atención del alumno esté concentrada para que pueda poner su máximo esfuerzo en alcanzar los objetivos, y desarrolle inquietudes que le provoquen, de manera autónoma, profundizar su conocimiento. Por otra parte, también habrá asignaturas integradoras que le permitirán aplicar los conocimientos adquiridos en las asignaturas cursadas por bloques.

El uso de las TIC permitirá que los alumnos puedan interactuar de forma frecuente con sus pares y con profesores y especialistas de otros centros educativos o de investigación, en temas de su interés. Será un reto hacer uso constante de estas técnicas para ampliar la experiencia educativa del estudiante.

El reto más importante ante la sociedad consiste en demostrar que, a diferencia de las ofertas tradicionales de alta demanda, la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables ofrece una perspectiva moderna y con bases sólidas sobre el entendimiento, la transformación, el aprovechamiento y la creación de los materiales bajo un enfoque sustentable.

Otro desafío, a nivel académico, lo constituye el proponer un plan de estudios que permita, a mediano plazo, la incorporación de otras áreas de profundización, esto es, incidir a futuro en temas más específicos como los biomateriales y la espintrónica. También será posible establecer vínculos académicos con otras licenciaturas que se encuentran en la ENES, Unidad Morelia, como Geociencias y Ciencias Ambientales, debido a que se comparten metodologías, temas y objetos de estudio.

Finalmente, un reto importante en este proyecto es, a través de los mecanismos normativos pertinentes, establecer un convenio específico de colaboración entre las dos universidades públicas que han participado en el diseño de esta propuesta, la UNAM y la UMSNH. Este convenio debe conceder ventajas tanto a los académicos como a los alumnos, ya que se unen esfuerzos en cuanto a recursos humanos, tiempo, experiencia e infraestructura. Esta colaboración conjunta debe responder a las demandas nacionales que establecen el aprovechar los recursos públicos en beneficio de la juventud y de la educación. Es también un reto modernizar las ofertas de estudio para preparar profesionales competentes en áreas de trabajo cada vez más interdisciplinarias.

2.7. Resumen de los resultados más relevantes del diagnóstico que fundamenta la viabilidad y pertinencia de la creación del plan de estudios

Después de la revisión de diversos aspectos que fundamentan académicamente la creación de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables, como parte de la oferta académica de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, se puede concluir que esta propuesta contribuye a resolver la problemática educativa de la región, con una licenciatura totalmente novedosa.

Responde a la problemática educativa

En el estado de Michoacán no hay una oferta educativa a nivel licenciatura en el área de ciencia de materiales sustentables que ofrezca una sólida formación en ciencias básicas y en ingeniería. La situación económica del estado y de la universidad estatal (UMSNH) no permite, al menos en tiempos cercanos, establecer como prioridad la formación de licenciados en esta área, aunque sí ha mostrado interés y apoyo en posgrados de filosofía afín, como la reciente maestría en Ciencias en Ingeniería Física. Dada la situación del estado, es pertinente la creación de esta nueva licenciatura.

El proyecto de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables contempla la integración de los profesores-investigadores de la UMSNH que son expertos en las áreas de Física e Ingeniería, para que, junto con los esfuerzos de los académicos de la UNAM, fortalezcan los recursos humanos disponibles y la experiencia en las áreas propuestas. Es notable que, en años recientes, la SEP, a través de sus institutos tecnológicos, ha mejorado la oferta de licenciaturas en Ingeniería en Materiales, lo cual pone en evidencia que hay un gran interés por parte de los alumnos y que también existe una necesidad de la sociedad por tener profesionales en esta área. La recién creada Licenciatura en Nanotecnología, en el Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM, ha tenido éxito, como lo muestra la gran demanda en su primera generación. La presencia de profesores dispuestos a colaborar, así como el creciente interés de los jóvenes en temas relacionados con materiales y con temas sustentables, le da viabilidad al proyecto.

Además, la ciudad de Morelia constituye un polo educativo en la región occidental porque alberga a estudiantes de todas las regiones del estado de Michoacán, de los estados vecinos (Guerrero, Guanajuato, Jalisco, Estado de México) y de estados más lejanos como Oaxaca y Chiapas. El ofrecer una nueva oferta educativa no sólo beneficiaría a jóvenes michoacanos, también generaría nuevas opciones para estudiantes de estados vecinos y del país en general.

Plantea innovaciones en la formación de los licenciados en Ciencia de Materiales Sustentables

El plan propuesto para la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables presenta características innovadoras en torno a los modelos existentes en México, incluidos los que actualmente se implementan en las universidades e institutos tecnológicos. A

diferencia de la rigidez y la carga teórica que se ofrece en la mayoría de los planes de estudio, se propone un plan de estudios flexible que brinde a los estudiantes la posibilidad de obtener el título profesional en cuatro años, con la opción de formarse en un área de profundización innovadora (Desarrollo Tecnológico o Mejoramiento Ambiental), con herramientas modernas y acorde con sus intereses y con el desarrollo de sus habilidades intelectuales. Esta formación les permitirá interactuar con profesionales de otras disciplinas y científicos de otros países.

En esta licenciatura se plantea la posibilidad de obtener un Diploma de Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales al término del cuarto semestre, el cual le permitirá incorporarse al campo laboral con una preparación sólida e integral, ya que las asignaturas cursadas lo capacitan en el área de síntesis de materiales, técnicas de investigación, manejo de datos y programación. El estudiante tiene la opción de reintegrarse posteriormente a la licenciatura, apegándose a lo establecido en el Reglamento General de Inscripciones (Artículo 25).

Se enfatiza en la estructura académica, como parte de la filosofía de la ENES, la inclusión formal del idioma inglés a lo largo de toda la licenciatura, lo que le facilitará acceder a la información más reciente en las diversas áreas del conocimiento, ya que la divulgación de los trabajos de investigación tienen mayor alcance al estar escritos en este idioma y, además, con el uso de las TIC será frecuente que los alumnos entren en contacto con docentes o estudiantes de otros países. Esto marca una diferencia con otros planes de estudio en los que el alumno, como requisito de titulación, sólo tiene la obligación de acreditar un examen de comprensión de lectura de un idioma extranjero, y el idioma no forma parte de su formación integral.

Integra un proyecto comprometido con su entorno

La investigación científica, sin el reconocimiento del contexto social que la acompaña, no es sustentable en las sociedades modernas. El cambio climático y la demanda creciente de agua potable, alimentos, recursos minerales y energéticos, han adquirido un interés prioritario y amplían la necesidad de coordinar programas, realizar estudios a nivel internacional, analizar e integrar información en escalas amplias de tiempo y espacio. Esto ha sido reconocido por los organismos, las sociedades científicas internacionales y por las instituciones de investigación, los cuales han creado y coordinado diversos proyectos que orientan la investigación en ciencia e ingeniería de

materiales, no sólo a la solución de problemas prioritarios en la sociedad, sino también en la reflexión sobre los posibles daños secundarios del progreso tecnológico. Es así que frecuentemente se encuentran rubros como Medio Ambiente, Energía y Recursos entre los principales programas, en instituciones como el *National Institute for Materials Science* de Japón, o el *Polymer and Composite Engineering Group* del *Imperial College London* que analiza la dimensión social de la nanotecnología.

Entre los retos en el área de energéticos se han reconocido los problemas que se relacionan con la vulnerabilidad económica asociada a la dependencia del petróleo, la falta de servicios modernos de energía para casi un tercio de la humanidad y la explotación de los recursos que no entre en conflicto con el equilibrio del medio ambiente. La distribución y reciclaje de agua potable y para riego, así como la distribución de alimentos, la mejora de las cosechas, la creación de opciones de agricultura en terrenos yermos, son problemas que la ciencia e ingeniería de materiales aborda directamente al continuar con la investigación en materiales superconductores, en celdas solares, y en dispositivos nanométricos de almacenamiento de energía, en dispositivos magnéticos para la separación de materiales y en la generación de combustibles alternos.

3. PROPUESTA DEL PLAN DE ESTUDIOS

Misión

Formar profesionales críticos y analíticos capaces de tomar decisiones para contribuir a resolver problemas prioritarios en el área de la ciencia e ingeniería de los materiales bajo un enfoque de sustentabilidad. Asimismo, inculcar una actitud reflexiva, creativa, emprendedora y de liderazgo, que le permita trabajar con grupos interdisciplinarios, en la creación y aplicación de nuevos materiales para el mejoramiento, tanto de procesos como de métodos para la producción, incidiendo de esta forma en el desarrollo social.

Visión

Una licenciatura fortalecida a través de la investigación interdisciplinaria y el uso de tecnologías innovadoras, reconocida por la alta aceptación social de sus egresados, quienes trabajarán en líneas de generación, aplicación, difusión y transferencia del conocimiento científico y tecnológico, con un impacto en la sociedad para el

mejoramiento de sus condiciones de vida y el aprovechamiento responsable de la riqueza natural.

3.1. Objetivo general y objetivos particulares

El plan de estudios de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables tiene como objetivo formar profesionales con los conocimientos, las habilidades y los valores que le permitan realizar estudios y contribuir con la solución de problemas en el área de los materiales sustentables, lo cual incluye la identificación de materiales susceptibles de transformación para la creación de nuevos productos, el manejo de diferentes técnicas de caracterización, y el diseño y la organización de diversos proyectos para la creación de nuevos procedimientos que involucren materiales sustentables.

El plan de estudios de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables busca que los egresados puedan desempeñarse adecuadamente en la vida profesional, o bien que puedan continuar con estudios de posgrado. Sus objetivos particulares son:

- a) Establecer una visión integral de nuestro entorno vía la ciencia de los materiales sustentables
- b) Formar a los estudiantes bajo un enfoque interdisciplinario, con bases sólidas en física, química, biología y matemáticas
- c) Ofrecer conocimientos teóricos y experimentales con el fin de identificar, analizar y resolver problemas de la ciencia y la ingeniería de los materiales sustentables
- d) Desarrollar las habilidades, destrezas, aptitudes y actitudes necesarias para identificar, analizar y resolver problemas de ciencia e ingeniería de los materiales
- e) Proveer una base formal para continuar con estudios de posgrado en el campo de la ciencia de los materiales

3.2. Perfiles

El proyecto de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables establece perfiles con conocimientos, habilidades y actitudes específicos en cada etapa del programa. En todas las etapas, los estudiantes y el personal académico se conducirán de acuerdo a valores como: respeto mutuo y por la diversidad, honestidad, tolerancia, imparcialidad e incorruptibilidad.

3.2.1. Perfil de ingreso

Para ingresar a la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, el aspirante debe ser, preferentemente, egresado del área de las Ciencias Físico-Matemáticas y las Ingenierías, o de las Ciencias Biológicas y de la Salud, de la Escuela Nacional Preparatoria. En el caso de que sea egresado del Colegio de Ciencias y Humanidades o de otros programas de Educación Media Superior, deberá haber llevado el conjunto de asignaturas relacionadas con estos campos de conocimiento. El perfil deseable incluye los conocimientos, habilidades y actitudes que se describen a continuación:

Conocimientos básicos de:

- Física, química, biología, matemáticas y de los campos disciplinarios afines.
- Herramientas de computación e informática, para el aprendizaje y la búsqueda de información.

Habilidades:

- En la lectura, escritura y redacción del idioma español.
- En la comunicación, para que pueda realizar trabajo en equipo.
- En la capacidad de análisis, síntesis y reflexión crítica.
- En la observación y la retención de la información.
- En el desarrollo de actividades de auto-aprendizaje y de trabajo grupal y colaborativo.
- En el uso de las matemáticas para la solución de problemas.

Actitudes:

- Vocación de servicio, honestidad, respeto, responsabilidad, interés y disposición para el estudio y la investigación, así como voluntad para la superación personal.
- Interés por las ciencias naturales y por profundizar el entendimiento de los fenómenos naturales.
- Disposición para trabajar en equipos multidisciplinarios.
- Interés para realizar actividades teóricas, experimentales y de investigación.
- Disposición para viajar.
- Capacidad para discutir ideas, proponer y aceptar cambios.

3.2.2. Perfil intermedio

El plan de estudios de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables establece un perfil intermedio al término del cuarto semestre, que permite decidir sobre dos áreas de profundización: en Desarrollo Tecnológico o en Mejoramiento Ambiental.

Al término del cuarto semestre, el alumno contará con los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

Conocimientos:

- Fundamentales de matemáticas, física, química y biología.
- Comprensión de textos técnicos escritos en idioma inglés.

Habilidades:

- Capacidad de observación, análisis, síntesis y reflexión crítica.
- Uso de las matemáticas y la física para el planteamiento y solución de problemas.
- Dedicación al estudio.
- Capacidad para expresarse con claridad en forma oral y escrita.

Actitudes:

- Interés por las ciencias naturales y por profundizar el entendimiento de los fenómenos naturales.
- Disposición para trabajar en equipos multidisciplinarios.
- Interés para discutir ideas, proponer y aceptar cambios.

El **Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales** tendrá un perfil intermedio al término del segundo semestre, contando con los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

Conocimientos:

- Fundamentales de física, química, biología y matemáticas.
- Comprensión de textos técnicos escritos en idioma inglés.

Habilidades:

- Capacidad de observación y análisis.
- Dedicación al estudio.

- Capacidad para expresarse con claridad en forma oral y escrita.

Actitudes:

- Interés por profundizar el entendimiento de los fenómenos naturales, así como por la ecología y el medio ambiente.
- Disposición para trabajar en equipos multidisciplinarios.
- Interés para discutir ideas, proponer y aceptar cambios.

3.2.3. Perfil de egreso

Este plan de estudios establece dos perfiles de egreso diferentes, uno para la licenciatura y otro para la opción técnica.

El egresado de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables tendrá un perfil de egreso de acuerdo al área de profundización elegida, como se indica a continuación.

Área de Profundización en Desarrollo Tecnológico

El egresado de esta área deberá tener los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

Conocimientos de:

- Mecanismos de interacción de los materiales con el medio ambiente.
- Indicadores para determinar el impacto ambiental de los materiales.
- Políticas públicas y de la legislación ambiental.
- Propiedades fisicoquímicas de los materiales.
- Características de materiales nanoestructurados, electrónicos, funcionales, biocompatibles, todos amigables con el medio ambiente.

Habilidades para:

- Manejar las diferentes técnicas de caracterización de materiales.
- Obtener, analizar e interpretar datos de diversa naturaleza en el proceso de caracterización de los materiales.
- Realizar investigaciones teóricas y prácticas sobre el tema de materiales sustentables.
- Analizar las propiedades mecánicas, electrónicas y magnéticas de los materiales, entre otras.

- Aplicar el uso de nuevos materiales en tecnologías novedosas.
- Incidir en la elaboración de políticas para la preservación y el cuidado del medio ambiente, la evaluación y el manejo de los recursos naturales, siempre manteniendo una visión integral del equilibrio en los sistemas.

Actitudes:

- Interés por la ciencia de los materiales y por profundizar el entendimiento de los fenómenos que ocurren en éstos.
- Interés por el cuidado y mantenimiento del medio ambiente.
- Disposición para trabajar en equipos multidisciplinarios.
- Interés por tener una formación continua.
- Disposición para aceptar nuevas ideas.
- Respeto de opiniones divergentes.
- Disposición para trabajar en condiciones frecuentemente adversas y por intervalos de tiempo largos.

Área de Profundización en Mejoramiento Ambiental

El egresado de esta área deberá tener los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

Conocimientos de:

- Mecanismos de interacción de los materiales con el medio ambiente.
- Indicadores para determinar el impacto ambiental de los materiales y su posible toxicidad.
- Políticas públicas y de la legislación ambiental.
- Propiedades fisicoquímicas que permiten el reciclado de los nuevos materiales y que determinan su degradación.
- Características de los materiales necesarios para la restauración ecológica.
- Materiales que pueden usarse como catalizadores para remediar problemas de contaminación ambiental.

Habilidades para:

- Manejar las diferentes técnicas de caracterización de materiales.
- Obtener, analizar e interpretar datos de diversa naturaleza en el proceso de caracterización de los materiales.

- Realizar investigaciones teóricas y prácticas sobre el tema de materiales sustentables.
- Analizar las propiedades físicas y químicas de los materiales que permitan su reciclaje y su degradación.
- Aplicar la catálisis para la elaboración de materiales útiles para la remediación ambiental.
- Incidir en la elaboración de políticas para la preservación y el cuidado del medio ambiente, la evaluación y el manejo de los recursos naturales, siempre manteniendo una visión integral del equilibrio en los sistemas.
- Proponer alternativas que optimicen la eficiencia ecológica de los materiales.
- Analizar, local y globalmente, el impacto de los materiales en el clima, los suelos y el agua.

Actitudes:

- Interés por la ciencia de los materiales y por profundizar el entendimiento de los fenómenos que ocurren en éstos.
- Interés por el cuidado y mantenimiento del medio ambiente.
- Disposición para trabajar en equipos multidisciplinarios.
- Interés por tener una formación continua.
- Disposición para aceptar nuevas ideas.
- Respeto de opiniones divergentes.
- Disposición para trabajar en condiciones frecuentemente adversas y por intervalos de tiempo largos.

El egresado como **Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales** deberá tener los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

Conocimientos de:

- Técnicas avanzadas en la medición de indicadores como la huella de carbono y la huella hídrica.
- Mecanismos de interacción de los materiales con el medio ambiente.
- Procedimientos que se emplean para determinar el tiempo de vida de los materiales.
- Indicadores para determinar el impacto ambiental de los materiales.
- Políticas públicas y de la legislación ambiental.

Habilidades para:

- Manejar las diferentes técnicas de análisis del impacto ambiental de los materiales, tanto teóricas como experimentales.
- Obtener, analizar e interpretar datos de diversa naturaleza en el proceso de caracterización de los materiales.
- Incidir en la elaboración de políticas para la preservación y el cuidado del medio ambiente, la evaluación y el manejo de los recursos naturales, siempre manteniendo una visión integral del equilibrio en los sistemas.

Actitudes:

- Interés por la ciencia de los materiales y por profundizar el entendimiento de los fenómenos que ocurren en éstos.
- Interés por el cuidado y mantenimiento del medio ambiente.
- Disposición para trabajar en equipos multidisciplinarios.
- Respeto de opiniones divergentes.
- Disposición para trabajar en condiciones frecuentemente adversas y por intervalos de tiempo largos.

3.2.4. Perfil profesional

El licenciado en Ciencia de Materiales Sustentables posee los conocimientos, las habilidades, las actitudes y la visión interdisciplinaria necesarios para desempeñarse en el campo profesional y de investigación, entendiendo y resolviendo los problemas relacionados con los materiales sustentables. Dependiendo del área de profundización elegida, el profesional en Ciencia de Materiales Sustentables podrá identificar los problemas en su campo y aportar soluciones, así como tomar decisiones sobre diferentes estrategias. Mostrará un conocimiento integral de los tópicos relacionados con su área de profundización y buscará mantenerse actualizado y adquirir conocimientos nuevos en los temas de su especialidad. Tendrá capacidad para participar en la organización de proyectos y su vinculación tanto en forma interinstitucional como con el sector industrial, así como en la propuesta e implementación de tecnologías alternativas para el uso sustentable de los materiales. También tendrá las herramientas necesarias para la planeación de políticas públicas sobre áreas de la ciencia y la ingeniería de materiales. Manejará de manera crítica la

información científica y mostrará capacidad, tanto oral como escrita, para realizar reportes técnicos de su trabajo.

Los profesionales formados en la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables podrán trabajar en el sector industrial relacionado con el área de profundización del egresado, así como en entidades gubernamentales y académicas en el área de la ciencia e ingeniería de los materiales, como por ejemplo:

Instituciones académicas:

- Universidades
- Centros de investigación

Empresas, organizaciones y entidades gubernamentales:

- Comex
- Pemex
- Vitro
- Telmex
- Mittal Steel
- Banco de México
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Secretaría de Salud

Con la aprobación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se ve favorecida la inserción de los egresados de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables en sectores de trabajo públicos y privados, ya que para ejecutar las acciones de protección ambiental y desarrollo sustentable establecidos en dicha ley se requiere de los conocimientos, habilidades y actitudes que corresponden precisamente a los egresados de esta licenciatura.

3.3. Duración de los estudios, total de créditos y de asignaturas

Para la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables se propone un programa académico de ocho semestres de duración, con 52 asignaturas, de las cuales 39 son

obligatorias, seis se consideran obligatorias por área de profundización y siete son optativas, con un total de 369-386 créditos, dependiendo del área de profundización y las asignaturas optativas seleccionadas. La opción técnica tendrá una duración de un semestre adicional al término del tercer semestre, y constará de un total de 31 asignaturas, con un total de 220 créditos.

3.4. Estructura y organización del plan de estudios

3.4.1. Descripción de la organización del plan de estudios

El Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables propone integrar los siguientes campos del conocimiento: Física, Química, Matemáticas, Biología, Tecnología, Sociedad y Ciencias Ambientales. Está estructurado en tres etapas de formación: la básica, la intermedia y la de profundización.

Los campos del conocimiento de la Física, la Química, las Matemáticas y la Biología, se traslapan de manera importante. Los dos primeros se encargan de investigar los elementos fundamentales que dan origen a la materia y los materiales, además de estudiar las diversas interacciones entre sus bloques constitutivos para conocer sus propiedades y optimizar su aprovechamiento en el uso cotidiano o industrial. Las unidades elementales en las ciencias biológicas son las moléculas y las células, entre las cuales se dan procesos físicos y químicos. El lenguaje de las Matemáticas, lógico, analítico y sistemático, se emplea en la creación de modelos en la Física, la Química y la Biología, a partir de los cuales se analizan comportamientos en diversos sistemas, se hacen predicciones y se reformulan teorías. Dichos modelos han encontrado cabida en la generación de tecnología y en aspectos sociales y ambientales. El campo de la Tecnología utiliza el conocimiento científico para construir, de manera eficaz en su funcionamiento, equipos y productos que resuelvan un problema específico. De esta manera, aspectos técnico-científicos se han introducido en la organización de la sociedad. Los crecientes requerimientos de agua potable, de alimentos y de energéticos, y el impacto negativo al medio ambiente en búsqueda de la obtención y producción de los anteriores, ha dado lugar a una reflexión generalizada para promover la interacción entre las áreas científica, social y ambiental, de lo cual resulten soluciones que trasciendan los niveles económico y político. Por lo anterior, el plan de estudios de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables tiene el objetivo de vincular un sólido conocimiento de las ciencias básicas y un gran sentido de responsabilidad con el medio ambiente y la sociedad.

Etapa de Formación Básica

Corresponde a los tres primeros semestres de la licenciatura, en la cual los alumnos adquieren los conocimientos esenciales de los campos del conocimiento arriba especificados. El énfasis en estas asignaturas deriva de la necesidad de contar con las herramientas que proporcionan estos campos para comprender las unidades elementales de los materiales y la manera en que interactúan, además de su comportamiento macroscópico y su integración con el medio ambiente. En este período de formación básica, el alumno obtiene las bases de la física para conceptualizar a los materiales como cuerpos dinámicos, con movimientos que responden a la mecánica clásica y con propiedades características como densidad, masa, volumen y calor interno, entre otras. Igualmente, el alumno obtiene los fundamentos de la química que le permiten conocer los elementos químicos, los cuales se agrupan y combinan siguiendo reglas que obedecen a su estructura electrónica, lo que explica las transformaciones de la materia y las leyes de conservación. Asimismo, para representar los fenómenos físicos y químicos, son necesarias las matemáticas, con su lenguaje universal, el cual proveerá de las herramientas para establecer modelos y soluciones de procesos naturales.

Etapa de Formación Intermedia

Comprende el cuarto semestre, durante el cual el alumno cursará la asignatura integradora denominada Ciencia de Materiales II, donde conocerá, de forma general, las actividades que se realizan en cada una de las dos áreas de profundización (en Desarrollo Tecnológico y en Mejoramiento Ambiental), así como otros temas de relevancia en la ciencia e ingeniería de materiales. De esta forma, al inscribirse en el quinto semestre, el estudiante tendrá los elementos suficientes para elegir, entre las opciones, aquélla que sea de su mayor interés. Para ello, el alumno será asesorado por un tutor.

Etapa de Profundización

Al término del cuarto semestre, el estudiante elegirá un área de profundización, la cual consta de 11 asignaturas obligatorias, cuatro asignaturas obligatorias por área de

profundización, y siete optativas distribuidas a lo largo de los últimos tres semestres (ver Figuras 3 y 4).

Esta etapa comprende los últimos cuatro semestres de la licenciatura. El estudiante, habiendo obtenido las bases teórico-metodológicas en las etapas anteriores, adquiere los fundamentos para diseñar proyectos e investigaciones que busquen la solución de algún problema del área de profundización elegida (en Desarrollo Tecnológico o en Mejoramiento Ambiental). A partir del séptimo semestre, comenzará a plantear un proyecto de investigación. En esta etapa, el trabajo a desarrollar, implica mayor tiempo y responsabilidades. El estudiante deberá contar con los conocimientos y herramientas necesarias para adquirir y procesar datos, además de interpretarlos y de ser capaz de redactar un informe final con una estructura adecuada y de forma legible, cumpliendo con el rigor científico necesario. En el octavo semestre cursará una asignatura obligatoria por área de profundización, el Taller Avanzado de Investigación en Desarrollo Tecnológico o en Mejoramiento Ambiental, sin carga crediticia. Consiste en realizar una estancia durante 16 semanas como máximo, que equivalen a 160 horas, en un instituto y/o centro de investigación en el área de ciencia de materiales, en organismos reguladores y normativos, en empresas de aplicaciones industriales, entre otros. Esta actividad constituye una opción de titulación con las características que se definirán más adelante.

Figura 3. Estructura de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables, ENES, Unidad Morelia

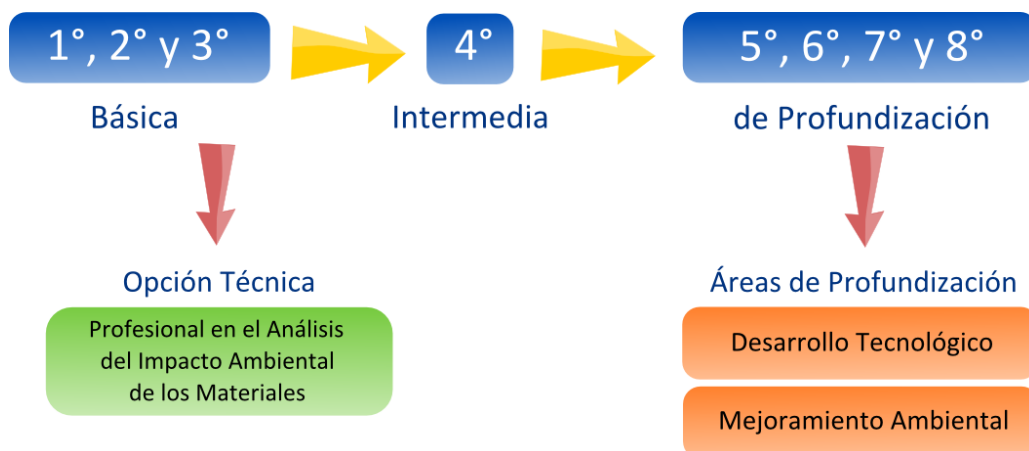
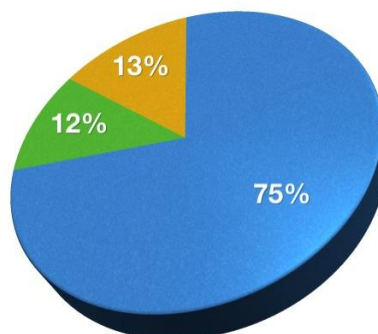
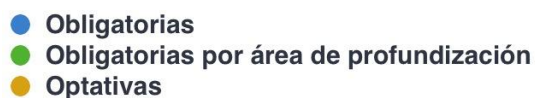


Figura 4. Número y tipo de asignaturas de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables, ENES, Unidad Morelia



En el diseño curricular hay asignaturas que se comparten con las de otras licenciaturas ya existentes en la ENES, Unidad Morelia. También se han integrado otras cuyos contenidos tienen el objetivo de proporcionar a los alumnos una visión integral de la ciencia y tecnología en la investigación de los materiales sustentables.

La Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables posee una estructura congruente con las demás licenciaturas de la ENES, Unidad Morelia. Una de las mayores ventajas que ofrece este nuevo plan de estudios radica en sus características innovadoras. Algunas de las asignaturas no se imparten simultáneamente, sino que se van abordando por semanas. Al término del periodo correspondiente a una asignatura (desde dos hasta ocho semanas) continúa la siguiente, y así sucesivamente. En los ocho semestres se ofrecen asignaturas que se imparten a lo largo de todo el semestre, diseñadas con el objetivo de que el alumno integre y aplique en ellas los conocimientos, las habilidades y las actitudes aprendidas en las asignaturas que se ofrecen en los bloques semanales. El orden de las asignaturas impartidas en periodos semanales está en función de los objetivos básicos que deben ser alcanzados, para después integrar los más complejos.

Esta estructura permite al docente llevar a cabo procesos de evaluación dinámicos y al alumno procesos de autoevaluación y coevaluación que retroalimenten su desempeño escolar y permitan su avance. El proceso educativo es flexible e incorpora, como elementos fundamentales, al idioma inglés y a las tecnologías de la información

y la comunicación. De la misma manera se hace énfasis en el modelo centrado en el alumno, el trabajo en equipo y la formación integral.

Se propone que la figura de tutor se establezca desde el primer semestre, con el objetivo de que funja como orientador y guía de los estudiantes, tanto para familiarizarlos con la entidad académica como para asesorarlos académicamente a lo largo de toda su licenciatura. El sistema de tutores será establecido por el Consejo Técnico de la ENES, Unidad Morelia, siguiendo los lineamientos del Sistema Institucional de Tutorías.

El plan de estudios guarda una estrecha relación con el trabajo de campo, de tal manera que los alumnos, a la par que reciben una formación teórica, aplican lo aprendido en situaciones reales de trabajo.

Asimismo, el alumno deberá acreditar ocho semestres de inglés a partir del nivel que obtenga en el examen de colocación, logrando un mínimo de un nivel B1, de acuerdo al Marco Común Europeo. Los ocho cursos tendrán seriación indicativa y valor en créditos, sin que esto afecte el promedio del alumno, ya que se registrará como acreditado o no acreditado. En caso de que sus conocimientos rebasen este nivel, tendrá la opción de inscribirse en otro idioma de los que ofrece la ENES, Unidad Morelia.

Opción Técnica

Al término del tercer semestre, el estudiante puede decidir concluir su formación con una opción técnica, para lo cual deberá cursar y acreditar todas las asignaturas correspondientes a los tres primeros semestres de la licenciatura y, además, deberá aprobar las asignaturas que le proporcionarán la formación necesaria para adquirir las habilidades técnicas que lo formarán como Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales, obteniendo un Diploma de Técnico Profesional.

Si el alumno decidiera continuar sus estudios de licenciatura, tendrá la posibilidad de ingresar al cuarto semestre, una vez cubiertos los requisitos establecidos, que consisten en acreditar el 100% de los créditos de los primeros tres semestres de la licenciatura, con un promedio general de ocho. Asimismo, deberá haber realizado el

servicio social y cumplido con lo señalado en el plan de estudios y los demás requisitos establecidos en la Legislación Universitaria.

3.4.2. Mecanismos de flexibilidad del plan de estudios propuesto

La flexibilidad de este plan de estudios se basa en un sistema de trabajo académico ágil y en un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante, con mecanismos que contemplan aspectos tales como asignaturas optativas y dos áreas de profundización, entre otros. Posee una gran flexibilidad interna, ya que el modelo establecido posibilita su constante actualización, la cual irá de la mano de los avances científicos. De la misma manera, ofrece apoyo administrativo a través de una estructura académico-administrativa que facilita la aplicación de una organización curricular eficiente. A continuación se mencionan:

Al término del cuarto semestre de la licenciatura, el estudiante tendrá la oportunidad de conocer los diferentes ámbitos que constituyen a la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables, por lo que contará con las herramientas para decidirse, entre dos opciones, por un área de profundización que le brinde los elementos básicos para encaminarse hacia su campo de elección, donde deberá concluir sus estudios. De esta manera, el alumno construye un trayecto personalizado, de acuerdo con sus intereses, lo cual es fundamental en su formación profesional.

A partir del sexto semestre, el alumno puede elegir asignaturas optativas dentro de una amplia gama de posibilidades, que complementan su formación profesional y otorgan flexibilidad curricular al plan de estudios. Éstas se podrán tomar de otras licenciaturas, ya sea en el área de ciencias naturales, sociales o las disponibles en la ENES, Unidad Morelia, siempre y cuando no excedan el 40% de los créditos optativos establecidos en el plan de estudios.

Las áreas de profundización están compuestas por asignaturas obligatorias, por obligatorias por área de profundización, así como por optativas. El bloque de cada una de las áreas de profundización está diseñado para completar la formación de los estudiantes, con conocimientos avanzados de matemáticas, física y química necesarios para acceder a la comprensión y el manejo de los conceptos y la información propia de cada área de profundización, así como asignaturas en las que se introducen los conceptos, la metodología, el manejo de las herramientas y la

información general dentro de los campos de conocimiento de cada área. De la misma manera, las optativas refuerzan la formación de los estudiantes dentro de esos mismos campos de conocimiento.

Otra característica que le imprime flexibilidad consiste en la propuesta de una nueva modalidad de titulación *por Estancia de Investigación por Área de Profundización*, en la que el estudiante realizará estancias académicas en diversos campos laborales, lo que le posibilitará enfrentarse a problemas reales y buscar soluciones. Estará en contacto continuo con el tutor para el desarrollo del proyecto. Estos resultados se socializarán en un foro abierto.

3.4.3. Seriación obligatoria e indicativa

Esta licenciatura propone seriación obligatoria en las asignaturas correspondientes a los campos de conocimiento de matemáticas y física, por considerarse que son las herramientas fundamentales que permitirán al estudiante expresar de manera correcta y científica a los sistemas naturales. Esto es, se establece la seriación obligatoria para cuatro asignaturas de matemáticas y tres de física en los primeros cuatro semestres, ya que ellas constituyen dos campos de conocimiento que deben representar una base sólida para el manejo del resto de las asignaturas, y a que la concepción de los temas debe ser profundamente razonada. Para los alumnos, esto representa la base de su formación, ya que en sus actividades profesionales realizarán procedimientos en un orden de complejidad creciente. Igualmente, las asignaturas de Ciencia de Materiales I y II, así como algunas asignaturas de las áreas de profundización, tienen seriación obligatoria.

Las asignaturas con seriación obligatoria son trece y se pueden consultar en el Cuadro 3. La seriación indicativa se dará entre los ocho programas de los niveles de inglés, en donde es necesaria por el grado de avance que debe llevar el estudiante a lo largo de su formación, así como en las correspondientes al campo de conocimiento de la Química (Cuadro 4).

Cuadro 3. Asignaturas con seriación obligatoria

Seriación Obligatoria		
Denominación de la asignatura	Antecedente	Subsecuente
Primer semestre		
Matemáticas I	Ninguna	Matemáticas II
Física I	Ninguna	Física II
Laboratorio Interdisciplinario I	Ninguna	Laboratorio Interdisciplinario II
Segundo semestre		
Matemáticas II	Matemáticas I	Matemáticas III
Física II	Física I	Física III
Laboratorio Interdisciplinario II	Laboratorio Interdisciplinario I	Ninguna
Tercer semestre		
Matemáticas III	Matemáticas II	Matemáticas IV
Física III	Física II	Ninguna
Ciencia de Materiales I	Ninguna	Ciencia de Materiales II
Cuarto semestre		
Matemáticas IV	Matemáticas III	Ninguna
Ciencia de Materiales II	Ciencia de Materiales I	Ninguna
Séptimo Semestre		
Taller Básico de Investigación en Desarrollo Tecnológico	Ninguna	Taller Avanzado de Investigación en Desarrollo Tecnológico
Taller Básico de Investigación en Mejoramiento Ambiental	Ninguna	Taller Avanzado de Investigación en Mejoramiento Ambiental
Octavo Semestre		
Taller Avanzado de Investigación en Desarrollo Tecnológico	Taller Básico de Investigación en Desarrollo Tecnológico	Ninguna
Taller Avanzado de Investigación en Mejoramiento Ambiental	Taller Básico de Investigación en Mejoramiento Ambiental	Ninguna

Cuadro 4. Asignaturas con seriación indicativa

Seriación Indicativa		
Denominación de la asignatura	Antecedente	Subsecuente
Inglés (1er semestre)	Ninguna	Inglés (2º semestre)
Inglés (2º semestre)	Inglés (1er semestre)	Inglés (3er semestre)
Inglés (3er semestre)	Inglés (2º semestre)	Inglés (4º semestre)
Inglés (4º semestre)	Inglés (3er semestre)	Inglés (5º semestre)
Inglés (5º semestre)	Inglés (4º semestre)	Inglés (6º semestre)
Inglés (6º semestre)	Inglés (5º semestre)	Inglés (7º semestre)
Inglés (7º semestre)	Inglés (6º semestre)	Inglés (8º semestre)
Inglés (8º semestre)	Inglés (7º semestre)	Ninguna
Primer Semestre		
Química General	Ninguna	Química Inorgánica Química Orgánica
Segundo Semestre		
Química Inorgánica Química Orgánica	Química General	Ninguna
Cuarto Semestre		
Fisicoquímica	Ninguna	Catálisis
Quinto Semestre		
Catálisis	Fisicoquímica	Ninguna

3.4.4. Lista de asignaturas

CLAVE	DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA	MODALIDAD	CARÁCTER	TIPO	HORAS				TOTAL DE HORAS		Duración Semanas	CRÉDITOS	SERIACIÓN	
					TEÓRICAS		PRÁCTICAS		Semana	Semestre			Semana	Semestre
					Semana	Semestre	Semana	Semestre						
Primer Semestre														
	Matemáticas I	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	5	80	1	16	6	96	16	11	X	
	Laboratorio Interdisciplinario I	Laboratorio	Obligatoria	Práctica	0	0	6	96	6	96	16	6	X	
	Física I	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	12	72	3	18	15	90	6	10	X	
	Química General	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	10	50	5	25	15	75	5	8	X	
	Fundamentos de Geología	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	11	55	4	20	15	75	5	8		X
	Inglés	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	2	32	2	32	4	64	16	6	X	
Segundo Semestre														
	Matemáticas II	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	5	80	1	16	6	96	16	11	X	
	Laboratorio Interdisciplinario II	Laboratorio	Obligatoria	Práctica	0	0	4	64	4	64	16	4	X	
	Sociedad, Energía y Ambiente	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	4	64	1	16	5	80	16	9		X
	Física II	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	12	72	3	18	15	90	6	10	X	
	Química Inorgánica	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	10	50	5	25	15	75	5	8	X	
	Química Orgánica	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	10	50	5	25	15	75	5	8	X	
	Inglés	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	2	32	2	32	4	64	16	6	X	

CLAVE	DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA	MODALIDAD	CARÁCTER	TIPO	HORAS				TOTAL DE HORAS		Duración Semanas	CRÉDITOS	SERIACIÓN	
					TEÓRICAS		PRÁCTICAS		Semana	Semestre			Semana	Semestre
					Semana	Semestre	Semana	Semestre						
Tercer Semestre														
	Matemáticas III	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	4	64	1	16	5	80	16	9	X	
	Ciencia de Materiales I	Laboratorio	Obligatoria	Teórico-Práctica	3	48	2	32	5	80	16	8	X	
	Tecnología y Desarrollo Sustentable	Curso	Obligatoria	Teórica	5	80	0	0	5	80	16	10		X
	Física III	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	8	64	2	16	10	80	8	9	X	
	Laboratorio de Física III	Laboratorio	Obligatoria	Práctica	0	0	5	40	5	40	8	3		X
	Introducción a la Sustentabilidad	Seminario	Obligatoria	Teórica	15	30	0	0	15	30	2	4		X
	Ciencia y Sociedad	Seminario	Obligatoria	Teórica	15	30	0	0	15	30	2	4		X
	Probabilidad y Estadística	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	12	48	3	12	15	60	4	7		X
	Inglés	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	2	32	2	32	4	64	16	6	X	
Cuarto Semestre														
	Ciencia de Materiales II	Laboratorio	Obligatoria	Teórico-Práctica	3	48	2	32	5	80	16	8	X	
	Matemáticas IV	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	3	48	1	16	4	64	16	7	X	
	Algoritmos Computacionales y Programación	Taller	Obligatoria	Teórico-Práctica	1	16	2	32	3	48	16	4		X
	Políticas Públicas y Legislación Ambiental	Curso	Obligatoria	Teórica	15	60	0	0	15	60	4	8		X
	Economía y Ambiente	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	8	32	7	28	15	60	4	6		X

CLAVE	DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA	MODALIDAD	CARÁCTER	TIPO	HORAS				TOTAL DE HORAS		Duración Semanas	CRÉDITOS	SERIACIÓN			
					TEÓRICAS		PRÁCTICAS		Semana	Semestre			Semana	Semestre	SI	NO
					Semana	Semestre	Semana	Semestre								
	Eco-Eficiencia	Taller	Obligatoria	Teórico-Práctica	7	28	8	32	15	60	4	6		X		
	Fisicoquímica	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	12	48	3	12	15	60	4	7	X			
	Inglés	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	2	32	2	32	4	64	16	6	X			
Quinto Semestre																
	Mecánica Cuántica	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	8	64	2	16	10	80	8	9		X		
	Estado Sólido	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	8	64	2	16	10	80	8	9		X		
	Electroquímica	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	8	64	2	16	10	80	8	9		X		
	Obligatoria por área de profundización	Curso	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	5-8	40-64	2-5	16-40	10	80	8	8-9				
	Obligatoria por área de profundización	Curso	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica/ Teórica	4-5	64-80	0-1	0-16	5	80	16	9-10		X		
	Inglés	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	2	32	2	32	4	64	16	6	X			
Sexto Semestre																
	Microscopía Electrónica y Espectroscopia	Laboratorio	Obligatoria	Teórico-Práctica	6	48	4	32	10	80	8	8		X		
	Indicadores de Impacto Ambiental	Curso	Obligatoria	Teórica	10	80	0	0	10	80	8	10		X		
	Obligatoria por área de profundización	Curso	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	5-8	40-64	2-5	16-40	10	80	8	8-9		X		
	Obligatoria por área de	Curso	Obligatoria por área de	Teórico-	8-12	32-	3-7	12-28	15	60	4	6-7		X		

CLAVE	DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA	MODALIDAD	CARÁCTER	TIPO	HORAS				TOTAL DE HORAS		Duración Semanas	CRÉDITOS	SERIACIÓN			
					TEÓRICAS		PRÁCTICAS		Semana	Semestre			Semana	Semestre	SI	NO
					Semana	Semestre	Semana	Semestre								
	profundización		profundización	Práctica		48										
	Optativa	Curso / Taller	Optativa	Teórico-Práctica	2-12	8-48	3-13	12-52	15	60	4	4-7		X		
	Inglés	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	2	32	2	32	4	64	16	6	X			
Séptimo Semestre																
	Obligatoria por área de profundización	Taller	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	2	32	8	128	10	160	16	12	X			
	Optativa	Curso / Taller	Optativa	Teórico-Práctica	6-8	48-64	2-4	16-32	10	80	8	8-9		X		
	Optativa	Curso / Taller	Optativa	Teórico-Práctica	2-12	8-48	3-13	12-52	15	60	4	4-7		X		
	Optativa	Curso / Taller	Optativa	Teórico-Práctica	8-12	32-48	3-7	12-28	15	60	4	6-7		X		
	Inglés	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	2	32	2	32	4	64	16	6	X			
Octavo Semestre																
	Obligatoria por área de profundización	Taller	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	2	32	8	128	10	160	16	0	X			
	Optativa	Curso / Taller	Optativa	Teórico-Práctica	2-12	8-48	3-13	12-52	15	60	4	4-7		X		
	Optativa	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	8-12	32-48	3-7	12-28	15	60	4	6-7		X		
	Optativa	Curso / Taller	Optativa	Teórico-Práctica	6-8	48-64	2-4	16-32	10	80	8	8-9		X		
	Inglés	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	2	32	2	32	4	64	16	6	X			

Área de profundización: Desarrollo Tecnológico

OBLIGATORIAS POR ÁREA DE PROFUNDIZACIÓN																
CLAVE	DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA	MODALIDAD	CARÁCTER	TIPO	HORAS				TOTAL DE HORAS		Duración Semanas	CRÉDITOS	SERIACIÓN			
					TEÓRICAS		PRÁCTICAS		Semana	Semestre			Semana	Semestre	SI	NO
					Semana	Semestre	Semana	Semestre								
Quinto Semestre																
	Propiedades Electromagnéticas de los Materiales	Curso	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	8	64	2	16	10	80	8	9		X		
	Métodos Matemáticos	Curso	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	4	64	1	16	5	80	16	9		X		
Sexto Semestre																
	Semiconductores y Dispositivos Electrónicos	Curso	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	8	64	2	16	10	80	8	9		X		
	Nanomateriales	Curso	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	12	48	3	12	15	60	4	7		X		
Séptimo Semestre																
	Taller Básico de Investigación en Desarrollo Tecnológico	Taller	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	2	32	8	128	10	160	16	12	X			
Octavo Semestre																
	Taller Avanzado de Investigación en Desarrollo Tecnológico	Taller	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	2	32	8	128	10	160	16	0	X			

Área de profundización: Mejoramiento Ambiental

OBLIGATORIAS POR ÁREA DE PROFUNDIZACIÓN																
CLAVE	DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA	MODALIDAD	CARÁCTER	TIPO	HORAS				TOTAL DE HORAS		Duración Semanas	CRÉDITOS	SERIACIÓN			
					TEÓRICAS		PRÁCTICAS		Semana	Semestre			Semana	Semestre	SI	NO
					Semana	Semestre	Semana	Semestre								
Quinto Semestre																
	Catálisis	Laboratorio	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	5	40	5	40	10	80	8	8	X			
	Manejo Integral de Residuos Sólidos	Curso	Obligatoria por área de profundización	Teórica	5	80	0	0	5	80	16	10		X		
Sexto Semestre																
	Flujo de Materia y Energía	Taller	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	5	40	5	40	10	80	8	8		X		
	Química Sustentable	Curso	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	8	32	7	28	15	60	4	6		X		
Séptimo Semestre																
	Taller Básico de Investigación en Mejoramiento Ambiental	Taller	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	2	32	8	128	10	160	16	12	X			
Octavo Semestre																
	Taller Avanzado de Investigación en Mejoramiento Ambiental	Taller	Obligatoria por área de profundización	Teórico-Práctica	2	32	8	128	10	160	16	0	X			

Lista de asignaturas optativas

OPTATIVAS														
CLAVE	DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA	MODALIDAD	CARÁCTER	TIPO	HORAS				TOTAL DE HORAS		Duración Semanas	CRÉDITOS	SERIACIÓN	
					TEÓRICAS		PRÁCTICAS		Semana	Semestre			SI	NO
					Semana	Semestre	Semana	Semestre						
	Biomateriales	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	8	64	2	16	10	80	8	9		X
	Superconductividad	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	8	64	2	16	10	80	8	9		X
	Mecánica Estadística de los Materiales	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	8	64	2	16	10	80	8	9		X
	Física y Química Ambiental	Taller	Optativa	Teórico-Práctica	5	40	5	40	10	80	8	8		X
	Bioquímica	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	6	48	4	32	10	80	8	8		X
	Biotecnología*	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	8	32	7	28	15	60	4	6		X
	Introducción a la Escritura de Textos Científicos*	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	2	8	13	52	15	60	4	4		X
	Restauración Ambiental	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	9	36	6	24	15	60	4	6		X
	Espintrónica	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	12	48	3	12	15	60	4	7		X
	Estructura Electrónica de los Materiales	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	12	48	3	12	15	60	4	7		X
	Mecánica de Medios Continuos	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	12	48	3	12	15	60	4	7		X

	Balance de Materia y Energía	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	9	36	6	24	15	60	4	6		X
	Química Analítica	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	9	36	6	24	15	60	4	6		X
	Agricultura Ecológica	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	8	32	7	28	15	60	4	6		X
	Temas Selectos de Ciencia de Materiales	Curso	Optativa	Teórico-Práctica	9	36	6	24	15	60	4	6		X
	Temas Selectos de Ingeniería de Materiales	Taller	Optativa	Teórico-Práctica	9	36	6	24	15	60	4	6		X
	Ética Ambiental*	Curso	Optativa	Teórica	15	60	0	0	15	60	4	8		X

* Asignatura optativa ofrecida por la Licenciatura en Ciencias Ambientales.

Cuadro resumen de asignaturas, créditos y horas de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables

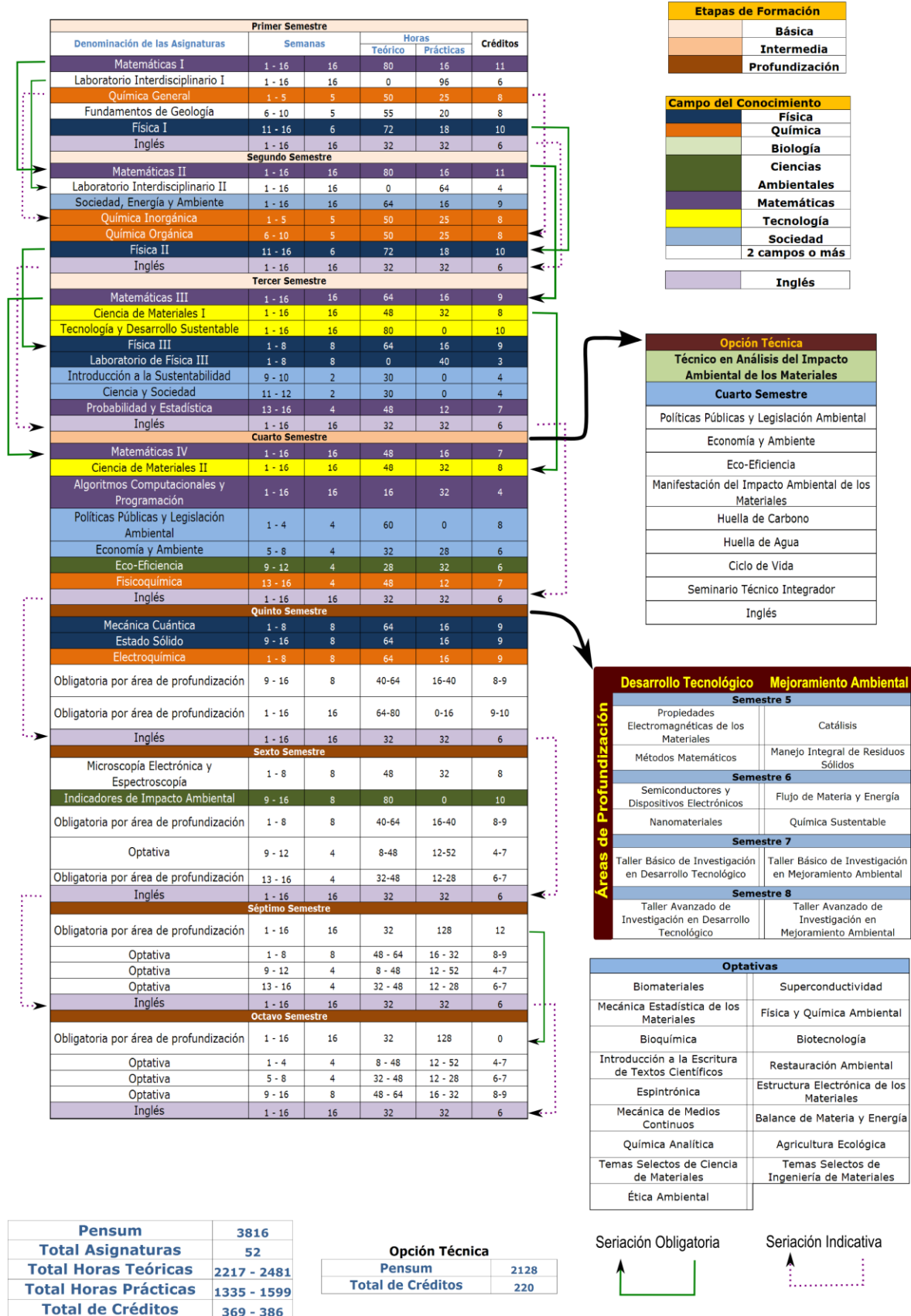
CUADRO RESUMEN						
Asignaturas						
Total de Asignaturas	Obligatorias	Obligatorias por Área de Profundización	Optativas	Teóricas	Prácticas	Teórico-Prácticas
52	39	6	7	5 - 6	3	43 - 44
Créditos						
Total de Créditos	Obligatorios	Obligatorios por Área de Profundización	Optativas	Teóricos	Prácticos	Teórico-Prácticos
369 - 386	286	43 - 47	40 - 53	36 - 46	13	311 - 336
Horas						
Total de Horas	Obligatorias	Obligatorias por Área de Profundización	Optativas	Teóricas	Prácticas	
3816	2736	620	460	2217 - 2481	1335 - 1599	

Lista de asignaturas obligatorias para la opción de Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales

OBLIGATORIAS PARA EL CUARTO SEMESTRE DEL ÁREA TÉCNICA																
CLAVE	DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA	MODALIDAD	CARÁCTER	TIPO	HORAS				TOTAL DE HORAS		Duración Semanas	CRÉDITOS	SERIACIÓN			
					TEÓRICAS		PRÁCTICAS		Semana	Semestre			Semana	Semestre	SI	NO
					Semana	Semestre	Semana	Semestre								
Cuarto Semestre																
	Políticas Públicas y Legislación Ambiental	Curso	Obligatoria	Teórica	15	60	0	0	15	60	4	8		X		
	Economía y Ambiente	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	8	32	7	28	15	60	4	6		X		
	Eco-Eficiencia	Taller	Obligatoria	Teórico-Práctica	7	28	8	32	15	60	4	6		X		
	Manifestación del Impacto Ambiental de los Materiales	Taller	Obligatoria para Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales	Teórico-Práctica	8	32	7	28	15	60	4	6		X		
	Huella de Carbono	Taller	Obligatoria para Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales	Teórico-Práctica	5	30	5	30	10	60	6	6		X		
	Huella de Agua	Taller	Obligatoria para Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales	Teórico-Práctica	5	30	5	30	10	60	6	6		X		

	Ciclo de Vida	Taller	Obligatoria para Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales	Teórico-Práctica	5	20	5	20	10	40	4	4		X
	Seminario Técnico Integrador	Seminario	Obligatoria para Técnico Profesional en Análisis del Impacto Ambiental de los Materiales	Teórico-Práctica	2	32	3	48	5	80	16	7		X
	Inglés	Curso	Obligatoria	Teórico-Práctica	2	32	2	32	4	64	16	6	X	

3.4.5. Mapa Curricular



3.5. Requisitos

3.5.1. Requisitos de ingreso

Como lo establecen los artículos 2º, 4º y 8º del Reglamento General de Inscripciones, los requisitos de ingreso para la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables son:

Artículo 2o.- Para ingresar a la Universidad es indispensable: a) solicitar la inscripción de acuerdo con los instructivos que se establezcan; b) haber obtenido en el ciclo de estudios inmediato anterior un promedio mínimo de siete o su equivalente; c) ser aceptado mediante concurso de selección, que comprenderá una prueba escrita y que deberá realizarse dentro de los periodos que al efecto se señalen.

Artículo 4o.- Para ingresar al nivel de licenciatura el antecedente académico indispensable es el bachillerato, cumpliendo con lo prescrito en el artículo 8o. de este reglamento. Para efectos de revalidación o reconocimiento, la Comisión de Incorporación y Revalidación de Estudios del Consejo Universitario determinará los requisitos mínimos que deberán reunir los planes y programas de estudio de bachillerato. La Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios publicará los instructivos correspondientes.

Artículo 8o.- Una vez establecido el cupo para cada carrera o plantel y la oferta de ingreso establecida para el concurso de selección, los aspirantes serán seleccionados según el siguiente orden: a) alumnos egresados de la Escuela Nacional Preparatoria y del Colegio de Ciencias y Humanidades que hayan concluido sus estudios en un máximo de cuatro años, contados a partir de su ingreso, con un promedio mínimo de siete; b) aspirantes con promedio mínimo de siete en el ciclo de bachillerato, seleccionados en el concurso correspondiente, a quienes se asignará carrera y plantel, de acuerdo con la calificación que hayan obtenido en el concurso y hasta el límite del cupo establecido. En cualquier caso se mantendrá una oferta de ingreso a egresados de bachilleratos externos a la UNAM.

Es recomendable, para todos los alumnos, haber cursado el Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías, o de las Ciencias Químico Biológicas y de la Salud en el bachillerato, o el conjunto de asignaturas relacionadas con estos campos del conocimiento en el Colegio de Ciencias y Humanidades, o en otros planes de estudio de educación media superior.

3.5.2.Requisitos extracurriculares y prerrequisitos

El estudiante deberá presentarse, de manera obligatoria, a un curso con una duración de 40 horas, en donde se llevará a cabo la inducción al nuevo modelo educativo de la ENES, Unidad Morelia, así como a las nuevas estrategias de aprendizaje.

3.5.3.Requisitos de permanencia

Los alumnos inscritos en la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables estarán sujetos a los plazos establecidos en el Reglamento General de Inscripciones vigente en los artículos 22, 23, 24 y 25, que a la letra dicen:

Artículo 22.- Los límites de tiempo para estar inscrito en la Universidad con los beneficios de todos los servicios educativos y extracurriculares, serán: a) cuatro años para cada uno de los ciclos del bachillerato; b) en el ciclo de licenciatura, un 50% adicional a la duración del plan de estudios respectivo, y c) en las carreras cortas, las materias específicas deberán cursarse en un plazo que no exceda al 50% de la duración establecida en el plan de estudios respectivo.

Los alumnos que no terminen sus estudios en los plazos señalados no serán reinscritos y únicamente conservarán el derecho a acreditar las materias faltantes por medio de exámenes extraordinarios, en los términos del capítulo III del Reglamento General de Exámenes, siempre y cuando no rebasen los límites establecidos en el Artículo 24. Estos términos se contarán a partir del ingreso al ciclo correspondiente, aunque se suspendan los estudios, salvo lo dispuesto en el Artículo 23.

Artículo 23.- En cada ciclo de estudios, a petición expresa del alumno, el consejo técnico podrá autorizar la suspensión de los estudios hasta por un año lectivo, sin que se afecten los plazos previstos en este reglamento. En casos excepcionales y plenamente justificados, el consejo técnico podrá ampliar dicha suspensión; en caso de una interrupción mayor de tres años, a su regreso el alumno deberá aprobar el examen global que establezca el consejo técnico de la facultad o escuela correspondiente.

Artículo 24.- El tiempo límite para el cumplimiento de la totalidad de los requisitos de los ciclos educativos de bachillerato y de licenciatura, será el doble del tiempo establecido en el plan de estudios correspondiente, al término del cual se causará baja en la Institución. En el caso de las licenciaturas no se considerará, dentro de este límite de tiempo, la presentación del examen profesional.

Artículo 25.- Los alumnos que hayan suspendido sus estudios podrán reinscribirse, en caso de que los plazos señalados por el Artículo 22 no se hubieran extinguido; pero tendrán que sujetarse al plan de estudios vigente en la fecha de su reingreso y, en caso de una suspensión mayor de tres años, deberán aprobar el examen global que establezca el consejo técnico de la facultad o escuela correspondiente.

Los alumnos, al concluir el 50% adicional que les otorga el artículo 22 del Reglamento General de Inscripciones, podrán terminar sus estudios en otro lapso igual a través de exámenes extraordinarios.

3.5.4.Requisitos de egreso

Para que un alumno de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables o de la opción técnica sean considerados como egresados, deberán haber cursado y aprobado el 100% de los créditos y el total de asignaturas del plan de estudios. Asimismo, deberán haber realizado el servicio social y cumplido con lo señalado en el plan de estudios y los demás requisitos establecidos en la Legislación Universitaria.

3.5.5.Requisitos de titulación

El título que se otorgará al cumplir con los requisitos establecidos en el plan de estudios, es el de Licenciado(a) en Ciencia de Materiales Sustentables.

Para obtener el título profesional, el alumno deberá cumplir con lo señalado en el Reglamento General de Estudios Técnicos y Profesionales, en el Reglamento General de Servicio Social y en el Reglamento General de Exámenes de la Universidad Nacional Autónoma de México, que establecen lo siguiente:

1. Haber aprobado el 100% de los créditos que se establecen en el plan de estudios y el número total de asignaturas obligatorias y optativas en su rango mínimo y máximo señalado en cada una de las áreas de profundización.
2. Tener acreditado el Servicio Social (Artículo 21 del Reglamento General de Estudios Técnicos y Profesionales), que obtendrá una vez que haya cubierto al menos 480 horas de servicio social, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General del Servicio Social de la Universidad Nacional Autónoma de México. El servicio social podrá iniciarse al tener un mínimo del 70% de los créditos.

3. El procedimiento para la titulación en esta licenciatura se sujetará a las condiciones establecidas por el Reglamento General de Exámenes de la UNAM y a lo dispuesto por el Consejo Técnico de la ENES, Unidad Morelia, sobre las opciones de titulación.

Las modalidades de titulación de esta licenciatura comprenden ocho opciones:

- a) Titulación mediante tesis o tesina y examen profesional.
- b) Titulación por proyecto de investigación.
- c) Titulación por seminario de tesis o tesina.
- d) Titulación por actividad de apoyo a la docencia.
- e) Titulación por trabajo profesional.
- f) Titulación por alto rendimiento.
- g) Titulación mediante estudios en posgrado.
- h) Titulación por estancia de investigación por área de profundización.

Las primeras siete modalidades de titulación se describen en el Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes de la UNAM.

La octava modalidad consiste en que el alumno, al cursar el Taller Avanzado de Investigación, desarrolle un proyecto durante su estancia en alguna empresa o institución, a lo largo del octavo semestre, cubriendo 160 horas. Este proyecto deberá ser aprobado previamente por el comité académico de la licenciatura, bajo la orientación de un tutor que garantice un alto nivel académico.

Al término del semestre, el estudiante presentará un informe de su estancia de investigación y defenderá los resultados en un foro académico, en donde se especifiquen los conocimientos y las habilidades adquiridas durante el periodo, y el impacto que sus actividades tuvieron en la comunidad. Esta modalidad establece la presencia de un tutor desde la elección del proyecto hasta la presentación en el foro.

3.5.6. Opción técnica

Para obtener el Diploma de Técnico Profesional, el alumno deberá cumplir con lo señalado en el Reglamento General de Estudios Técnicos y Profesionales, Artículos 4° y 14°, que a la letra dicen:

Artículo 4o.- Se otorgará diploma de técnico a quienes hayan cubierto entre 80 y 250 créditos después del bachillerato de acuerdo con los planes de estudio específicos correspondientes y hayan cumplido con los demás requisitos que establece este reglamento.

Artículo 14o.- Para expedir los diplomas de técnico no se exigirá examen oral general ni tesis; bastará que el alumno haya sido aprobado en la totalidad de las asignaturas o módulos señalados en el plan de estudios correspondiente.

Asimismo, deberán cumplir con el Reglamento General de Servicio Social de la Universidad Nacional Autónoma de México, que establece lo siguiente: prestar el servicio social durante mínimo seis meses cubriendo al menos 480 horas.

4. IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

4.1. Criterios de implantación

Con el objetivo de que se establezcan las condiciones idóneas para que sea implantado el plan de estudios propuesto, se presenta una serie de estrategias que contempla los siguientes criterios académicos y administrativos:

4.1.1. Criterios académicos

Se informará a la población estudiantil del ciclo de estudios inmediato anterior, a través de una convocatoria publicada en los principales medios locales de difusión del estado de Michoacán y de los estados circunvecinos, acerca de la nueva licenciatura. Se dará a conocer la misión, visión y modelo educativo de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables, con el objetivo de que conozcan sus principales características, así como las ventajas que ofrece. También se elaborarán folletos informativos para ser distribuidos entre estudiantes de bachillerato de la región y se dará difusión a través de las páginas electrónicas de la UNAM y de la ENES, Unidad Morelia.

Los estudiantes que deseen inscribirse deberán cubrir los requisitos de ingreso establecidos en los artículos 2º, 4º y 8º del Reglamento General de Inscripciones (RGI) vigente, así como haber concluido el ciclo de estudios inmediato anterior, de preferencia en el área de Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías, o de las Ciencias Químico Biológicas y de la Salud. El cupo inicial será de 40 alumnos. Se realizará un curso de inducción, con una duración mínima de 40 horas, para los estudiantes que ingresen a la licenciatura.

Siguiendo la filosofía de las ENES, el modelo de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables se centra en el estudiante, lo cual se ve reflejado en los programas de las asignaturas, en donde se emplean las estrategias educativas correspondientes.

La planta académica de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables será seleccionada con base en el perfil profesiográfico y acorde con cada una de las asignaturas. Los docentes deberán asistir previamente a un diplomado de formación docente, con una duración mínima de 240 horas, que la propia entidad académica ofrecerá, el cual enfatizará las características innovadoras del plan de estudios. En caso de que el profesor posea la formación docente requerida, deberá presentar los documentos probatorios.

Los profesores que participen en la impartición de cursos de la LCMS deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Poseer conocimientos en el área, habilidades y actitudes éticas, y un alto compromiso social.
- Poseer una formación sólida en su disciplina y dominar el contenido temático de la asignatura que impartirá.
- Pertenecer al área de las ciencias naturales, ingeniería o matemáticas, con especialidad, maestría o doctorado, preferentemente en el área de conocimiento.
- Contar con un firme interés por la formación de individuos que construyan su propio proceso de aprendizaje.
- Tener la capacidad de organizar a los alumnos para trabajar en equipo.
- Poseer los conocimientos y la actitud para incorporar las tecnologías de la información y la comunicación a su práctica docente.
- Emplear estrategias educativas para el aprendizaje basado en problemas y en proyectos.
- Tener una actitud positiva, abierta a programas permanentes de formación y actualización pedagógica y disciplinaria.
- Tener la capacidad de trabajar en equipo para participar en proyectos interdisciplinarios.

Asimismo, la ENES, Unidad Morelia, establecerá un programa continuo de formación y actualización docente, tanto en el área disciplinar como en el área pedagógica, para asegurar un alto nivel del proceso enseñanza-aprendizaje.

4.1.2. Criterios administrativos

Inicialmente se contará con cuatro profesores de asignatura, con licenciatura, maestría o doctorado, con tres profesores de tiempo completo y con dos técnicos académicos. Los profesores de tiempo completo y los técnicos académicos serán elegidos y contratados de acuerdo a su perfil y capacidad para cubrir las necesidades docentes y académicas. En una segunda etapa se determinará el número de profesores que constituirá la planta docente, de acuerdo con las necesidades operativas.

Habr  también la figura de profesores invitados, expertos en su área, quienes participarán siguiendo un programa establecido previamente, con la impartición de temas de su dominio para fortalecer el programa educativo, privilegiando las tecnologías de la información y la comunicación.

Además, habrá la figura de ayudante de profesor para dar seguimiento al desempeño de los estudiantes y para apoyar la realización de experimentos en el laboratorio.

Esta propuesta entrar  en vigor el primer día del año lectivo siguiente a la fecha de aprobación del plan de estudios por el H. Consejo Universitario.

4.2. Recursos humanos

Los recursos humanos necesarios para la implementación de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables corresponden a la planta docente mencionada en el inciso anterior, así como el personal administrativo detallado en esta sección. Para el primer año, se contratar  a profesores con un perfil multidisciplinario, que se formen en la filosofía del nuevo programa educativo.

La Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables contará con las siguientes figuras docentes:

Profesores de asignatura, de tiempo completo y técnicos académicos que acudirán a las instalaciones de la escuela de forma cotidiana, y que formarán parte de la planta docente de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia.

Profesores invitados, quienes acudirán durante el tiempo que impartan su asignatura, que varía entre dos y ocho semanas al semestre.

Se requerirá también personal administrativo para las necesidades de la coordinación de la licenciatura.

Para apoyar a la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables se cuenta con una planta docente potencial formada por profesores, investigadores y técnicos académicos (Cuadros 5 y 6). Sin embargo, será necesaria la contratación de personal docente y técnico de tiempo completo, de acuerdo a las demandas académicas y al número creciente de estudiantes.

Cuadro 5. Resumen de académicos que apoyarán la actividad docente en la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables y su grado académico

UNAM		
Investigadores	Titular C = 4	Doctorado
	Titular B = 1	
	Titular A = 1	
	Asociado C = 1	
Post Doctorados	1	Doctorado
UMSNH		
Investigadores	Titular C = 4	Doctorado
	Titular B = 2	
	Titular A = 1	

Cuadro 6. Detalle de académicos que apoyarán la actividad docente en la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM					
Grado	Académico	Nombramiento	SNI	PRIDE	Especialidad
Dr.	Oracio Navarro Chávez	Investigador Titular C TC	III	D	Física y Matemáticas
Dr.	Luis Enrique Sansores Cuevas	Investigador Titular C TC	III	D	Física y Métodos Numéricos
Dra.	Ana María Martínez Vázquez	Investigador Titular C TC	III	D	Química y Físicoquímica
Dr.	José Luis Rivera Rojas	Investigador Asociado C TC	I	B	Química y Físicoquímica
Dr.	Guillermo Santana Rodríguez	Investigador Titular C TC	II	C	Física y Química
Dra.	Cristina Piña Barba	Investigador Titular B TC	II	C	Química y Físicoquímica
Dra.	Mirna Estrada Yáñez	Investigador Titular A TC	I	C	Química y Físicoquímica
Posdoctorado					
Dra.	Yesenia Arredondo León	Becaria de Postdoctorado	C		Física y Matemáticas
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH					

Dr.	Ricardo Morales Estrella	Investigador Titular C TC	I		Química y Físicoquímica
Dra.	María Eugenia de la Salud Contreras García	Investigador Titular C TC	II		Química y Físicoquímica
Dr.	José Lemus Ruiz	Investigador Titular C TC	I		Microscopía Electrónica
Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UMSNH					
Dra.	Mary Carmen Peña Gomar	Investigador Titular B TC			Química y Físicoquímica
Dr.	Gonzalo Viramontes Gamboa	Investigador Titular B TC	I		Físicoquímica
Dr.	Joaquín de la Torre Medina	Investigador Titular A TC	I		Física
Facultad de Ingeniería Civil, UMSNH					
Dra.	Ma Guadalupe Garnica Romo	Investigador Titular C TC	I		Física

4.3. Infraestructura y recursos materiales

La infraestructura que requiere la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables consiste en aulas, recursos bibliohemerográficos digitales, salas de cómputo y laboratorios de docencia e investigación. Las asignaturas teóricas se impartirán en las aulas de la ENES, Unidad Morelia.

En la etapa inicial se contará principalmente con la Biblioteca Digital de la UNAM, que tiene una extensa colección bibliohemerográfica para el servicio de los estudiantes en las áreas de física, química y matemáticas.

Actualmente, los centros de investigación del campus Morelia de la UNAM cuentan con bibliotecas especializadas. A futuro, se prevé que la ENES, Unidad Morelia, tendrá una biblioteca para los estudiantes matriculados en todas las licenciaturas que ofrecerá. Además, se tiene acceso a las bibliotecas de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UMSNH.

La ENES, Unidad Morelia, contará con salas de cómputo en sus instalaciones y, en la primera etapa, con laboratorios de docencia en el área de química y física, así como de informática. Además, las instalaciones del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM y de las

entidades colaboradoras: el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH.

5. PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO

La Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables estará sujeta, de manera permanente, a un riguroso proceso de evaluación interna y externa que le posibilite cumplir con lo establecido en la Legislación Universitaria. De la misma manera, se someterá sistemáticamente a ejercicios de autoevaluación, con el propósito de que haya congruencia entre los objetivos curriculares establecidos y los resultados obtenidos, utilizando criterios indicativos tales como adecuación, congruencia, coherencia, consistencia y pertinencia.

Además de los mecanismos descritos, se tomarán en consideración en la etapa de implementación y evaluación del programa, a los criterios propuestos por los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A. C. (COPAES).

5.1. Examen diagnóstico al ingreso

Se aplicará un examen diagnóstico a los alumnos de nuevo ingreso con el apoyo de la Dirección General de Evaluación Educativa (DGEE) de la UNAM, para detectar sus conocimientos y habilidades, estilos de aprendizaje, actitudes, intereses y expectativas, y con ello desarrollar actividades propedéuticas que contribuyan a que tengan un mejor desempeño, con base en lo establecido en la Legislación Universitaria. De esta manera, se llevará a cabo la planeación de las actividades indicadas para reforzar los conocimientos o mejorar el nivel académico de aquellos estudiantes que así lo requieran. Respecto de otros factores que inciden en el desempeño de los estudiantes, se solicitará el apoyo de la Dirección General de Orientación y Servicios Educativos (DGOSE) de la UNAM para evaluar dichos aspectos, estableciendo los indicadores acordes con esta licenciatura.

Se solicitará apoyo a la Dirección General de Servicios Médicos de la UNAM para la aplicación del Examen Médico Automatizado (EMA) a los estudiantes de primer ingreso, el cual explora los factores de riesgo que influyen en su salud. Este examen proporcionará información valiosa respecto de su estado físico y mental, y el análisis de sus resultados permite identificar las áreas de intervención prioritarias.

5.2. Examen diagnóstico de logro de perfiles intermedios

Los perfiles intermedios serán evaluados desde un enfoque diagnóstico, y considerarán el esquema del plan de estudios que se propone, en sus diferentes modalidades. Por medio de instrumentos de evaluación aplicados de manera continua creados para dicho fin por cada responsable o grupo de responsables de cada campo del conocimiento –exámenes, tareas, prácticas de laboratorio, entre otras–, será factible identificar las fortalezas y las áreas de oportunidad que se presenten y que motiven ajustes pertinentes, detectando a aquellos alumnos con alto riesgo de fracaso escolar. Este enfoque diagnóstico conlleva la aplicación de un instrumento para conocer la opinión de los estudiantes y los profesores respecto a lo planteado en los programas de estudio y a lo estipulado en el plan de estudios versus lo que ocurre en los espacios de enseñanza. El análisis de los resultados en estas etapas intermedias les proporcionará a los responsables la posibilidad de brindar orientación a los estudiantes respecto de su progreso y, además, evaluar constantemente el plan de estudios.

5.3. Seguimiento de la trayectoria escolar

Al ingreso de los alumnos a la LCMS, se llevará a cabo un análisis de los datos proporcionados por la DGAE (promedio del bachillerato, puntaje obtenido en el concurso de selección, en su caso), con el fin de detectar factores de riesgo que pudieran influir en su desempeño a lo largo de sus estudios profesionales. De la misma manera, se realizará un análisis del avance escolar de los alumnos al término del segundo semestre de la licenciatura, indispensable para comprender fenómenos relacionados con el progreso escolar, el abandono y la reprobación, y que permita orientar las acciones encaminadas a solucionar a tiempo los problemas más frecuentes.

Asimismo, se aplicará el Examen Médico Automatizado a los estudiantes del octavo semestre de la licenciatura, lo cual permitirá contar con parámetros confiables de evaluación que apoyarán el seguimiento de la trayectoria escolar, e implementar acciones preventivas en materia de salud. Asimismo, se le aplicará a los docentes un cuestionario para conocer su opinión sobre este tema.

5.4. Evaluación de las asignaturas con alto índice de reprobación

Debido a que se trata de la creación de un plan de estudios, no se tiene un referente de estudios o estadísticas previos que describan el índice de reprobación de las asignaturas que

contempla este plan. Por lo tanto, a partir de su implantación, se registrarán todos los resultados obtenidos de las diferentes asignaturas para que, con base en esta información, se realicen evaluaciones en relación con los aspectos pedagógicos de aquellas asignaturas que resulten con mayor índice de reprobación (metodología y estrategias de enseñanza empleadas, métodos de evaluación implementados, evaluación y actualización de los contenidos temáticos, entre otros). También, se plantea el llevar a cabo estudios analíticos que permitan conocer las causas de la reprobación, y realizar intervenciones educativas con la finalidad de mantener una alta eficiencia terminal. Estas intervenciones consistirán en asesorías específicas por profesores capacitados, sesiones de tutoría y cursos de regularización vespertinos y/o intersemestrales.

5.5. Seguimiento del abandono escolar

La deserción escolar constituye una problemática sumamente compleja, en la que intervienen factores de diversa índole (personal, familiar, social y económica), y en la que también se debe analizar el papel que desempeña la institución educativa. De ahí la importancia de plantear un mecanismo eficiente de seguimiento del abandono escolar, que identifique el porcentaje de abandono por asignatura, en cada ciclo escolar, haciendo énfasis en las causas del abandono más que en las cifras o porcentajes, con el propósito de aplicar medidas preventivas. Con esta finalidad, se les aplicará a los docentes un cuestionario para conocer su opinión sobre este tema.

5.6. Análisis del estado actual y tendencias futuras de la o las disciplinas que abarca el plan de estudios

El plan de estudios propuesto aborda dos áreas de profundización relacionadas con los Materiales Sustentables, mismas que están estrechamente relacionadas con otras disciplinas y campos del conocimiento, como son la Medicina, la Geología, la Arqueología y la Teoría de la Información. Con la finalidad de llevar a cabo el análisis del estado actual y de las tendencias futuras de estos campos del conocimiento, se propone la realización de foros de discusión, frecuentes y permanentes, con la participación de la planta docente y los alumnos, con el objetivo de conocer su opinión acerca de estos temas y estar al día en los temas de interés general, avances y descubrimientos relacionados principalmente con las áreas de profundización.

5.7. Estudios sobre las características actuales y emergentes de las prácticas profesionales

En el contexto globalizado actual, en el que las tecnologías de la información y la comunicación establecen lazos cada vez más estrechos entre las naciones, y al mismo tiempo se profundizan

cada vez más las desigualdades sociales, todas las profesiones enfrentan grandes retos. Las circunstancias económicas, políticas y sociales imperantes en el país, con un mercado laboral cada vez más demandante, le exigen a cualquier profesional una actitud congruente que le posibilite competir con calidad, siendo capaz de resolver problemas, trabajar en equipo, tomar decisiones con autonomía, ser creativo y tener un desempeño ético y responsable, respondiendo así a las exigencias del mercado, siempre atendiendo al compromiso social que implica su formación profesional.

5.8. Evaluación de la docencia, investigación y vinculación

Los criterios de evaluación del personal académico para su ingreso, permanencia y promoción que se utilicen en la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, serán los aprobados por su propio Consejo Técnico, apegado a la Legislación Universitaria vigente.

Se propone emplear, además, otros parámetros de evaluación del desempeño docente, con el propósito de disponer de un procedimiento efectivo y continuo para evaluar el cumplimiento de los objetivos académicos por el profesor y así mejorar los procesos formativos, como el modelo basado en la opinión de los alumnos, la evaluación a través de pares, por autoevaluación, o por logros del aprendizaje de los alumnos.

Para alcanzar estos objetivos, se solicitará asesoría, capacitación y asistencia técnica a la Dirección General de Evaluación Educativa de la UNAM, en particular respecto a los rubros de evaluación del desempeño de los docentes, evaluación del aprendizaje (desarrollo y aplicación de exámenes), encuestas de opinión de alumnos y profesores, y estudios de aprobación de asignaturas.

Respecto de la evaluación de la investigación, se propone registrar la participación de los alumnos en los proyectos de investigación que se realicen en la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, los resultados obtenidos, las presentaciones en congresos y las publicaciones en las revistas indexadas nacionales e internacionales de más renombre en el ámbito de la ciencia de materiales. Por su parte, la evaluación de la vinculación se realizará con base en el número de convenios que se establezcan con otras universidades y con el sector empresarial, y cuyo objetivo sea el desarrollo de la investigación en beneficio de la docencia e investigación en ciencia e ingeniería de materiales.

5.9. Criterios generales de los programas de superación y actualización del personal académico

La figura del personal docente en el proceso enseñanza-aprendizaje es fundamental en el contexto universitario, motivo por el cual se propone planear, ejecutar y evaluar un programa

de superación y actualización del personal docente, con el fin de determinar si las formas de enseñanza predominantes potencian la adquisición de dichas habilidades en una profesión en la que los conocimientos, habilidades y actitudes deben ser puestas en práctica desde el inicio de la formación profesional en contextos reales o simulados (laboratorios y prácticas de campo). Además, se pretende retroalimentar el proceso de evaluación y modificación curricular de la licenciatura y dar respuesta, de manera parcial, a las necesidades de formación y actualización docente de los profesores.

Este Programa de Profesionalización de la Labor Docente tendrá, como punto de partida, una evaluación diagnóstica del perfil de los profesores, a partir de una serie de indicadores que permitan realizar el análisis puntual de sus actividades de superación y actualización disciplinaria, metodológica y pedagógica (por ejemplo, la capacitación en los nuevos modelos educativos), así como de habilidades en el manejo de herramientas tecnológicas. La ENES, Unidad Morelia, brindará al personal académico la posibilidad de tener una interacción constante con licenciaturas afines, enriqueciendo su formación docente y fortaleciendo la integración de la docencia con la investigación, con el objetivo de mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje y, por ende, elevar el nivel educativo de sus estudiantes.

5.10. Evaluación del estado de los recursos materiales e infraestructura

Para la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables es fundamental contar con los recursos materiales y la infraestructura apropiada para establecer los cimientos de una licenciatura con un nivel de excelencia (aulas, laboratorios, laboratorios de investigación, mediateca, biblioteca, sala de cómputo, entre otros, así como recursos de apoyo a la enseñanza e infraestructura de apoyo a la gestión administrativa). La infraestructura de apoyo a las actividades culturales y deportivas, fundamentales para la formación integral de los estudiantes, será proporcionada por la ENES, Unidad Morelia.

Se evaluarán semestralmente los recursos materiales y la infraestructura, por medio de un cuestionario aplicado a profesores y estudiantes, con el objetivo de conocer su opinión y tomar decisiones en cuanto a la actualización o modificación.

5.11. Seguimiento de egresados

En la búsqueda de evaluar el impacto de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables en el estado de Michoacán y en las zonas aledañas, se implementará un Programa de Seguimiento de Egresados con el apoyo de la Dirección General de Evaluación Educativa (DGEE) de la UNAM. Este programa de vinculación entre egresados, instituciones educativas y empleadores es fundamental, ya que da cuenta del impacto de la licenciatura, así como de la

pertinencia de las herramientas necesarias para enfrentarse al ámbito laboral fuera de las aulas y, además, posibilita una importante retroalimentación entre los actores mencionados. De la misma manera, permitirá evaluar la congruencia entre el perfil del egresado y el campo laboral al que se enfrentarán, así como retroalimentar y mantener actualizado el plan de estudios de la licenciatura, y subsanar las deficiencias que se detecten.

5.12. Mecanismos de actualización de contenidos y bibliografía

La evaluación del plan de estudios será un ejercicio fundamental que permitirá detectar los aciertos y las posibles deficiencias con el fin de corregirlas. La evaluación será continua y en diferentes etapas del desarrollo, una vez que la licenciatura sea implantada.

Como mecanismos de evaluación se emplearán encuestas, consultas, seguimiento de los estudiantes y de los egresados, análisis estadístico de índices de aprobación, abandono escolar, comportamiento de la matrícula escolar y eficiencia terminal. También deberá tomarse en cuenta la evolución del mercado laboral.

Los aspectos más importantes que tendrán que ser evaluados serán:

- Actividad docente
- Funcionamiento administrativo
- Disponibilidad de los recursos
- Coherencia de la estructura curricular
- Difusión de la licenciatura
- Pertinencia de los objetivos y contenidos de los programas
- Pertinencia de los perfiles de los egresados
- Acceso de los egresados a los programas de posgrado
- Acceso de los egresados al mercado laboral

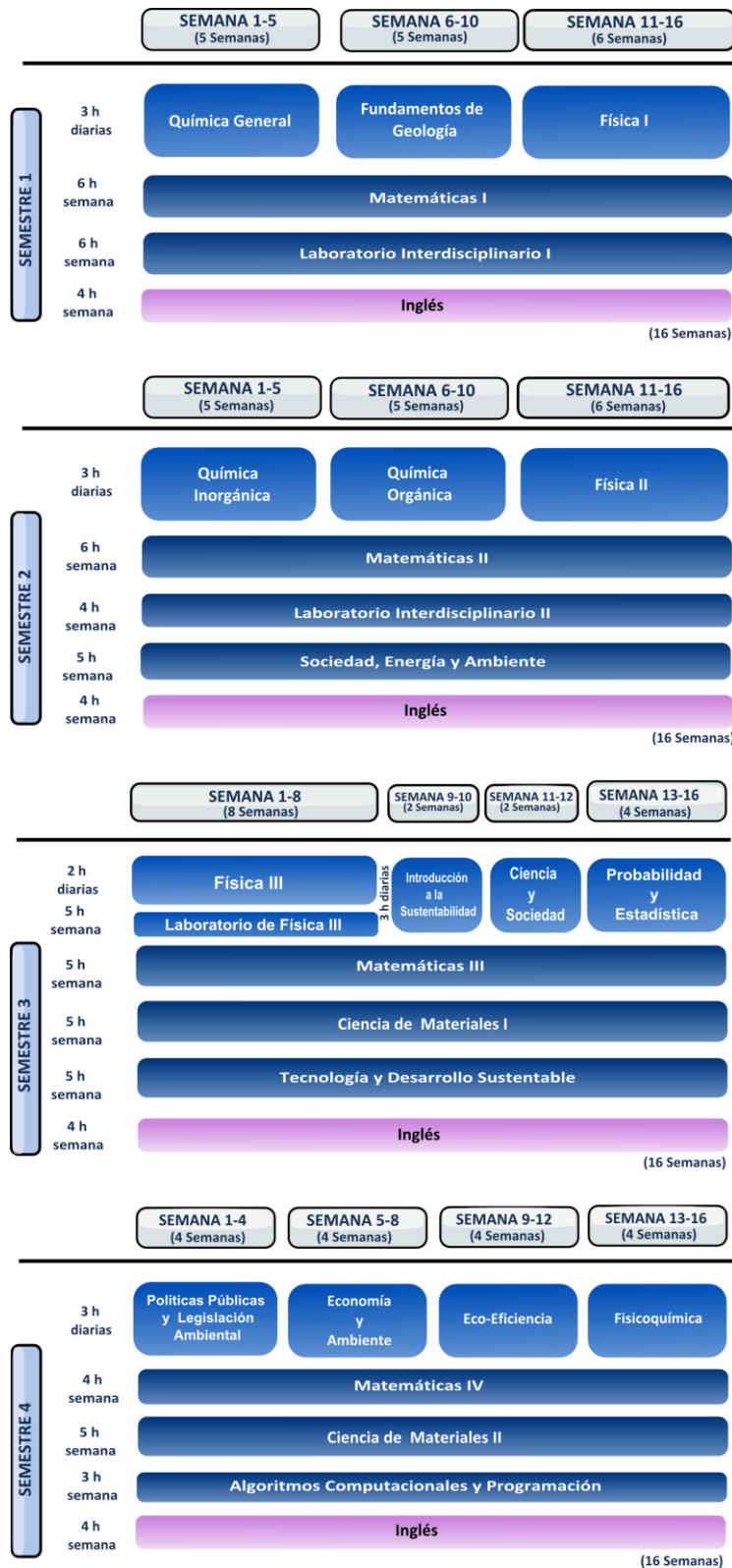
La Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables tendrá un seguimiento de la trayectoria escolar (avance, rezago, deserción, aprobación, reprobación) que se utilizará para la toma de decisiones oportunas. Al término del segundo semestre de su implantación, además de los aspectos relativos al desempeño de los profesores y de los alumnos, se evaluarán los recursos disponibles y las formas de difusión de la licenciatura.

II. REFERENCIAS

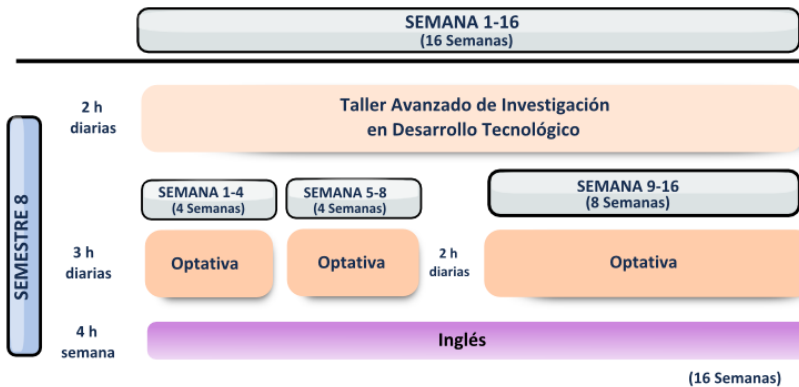
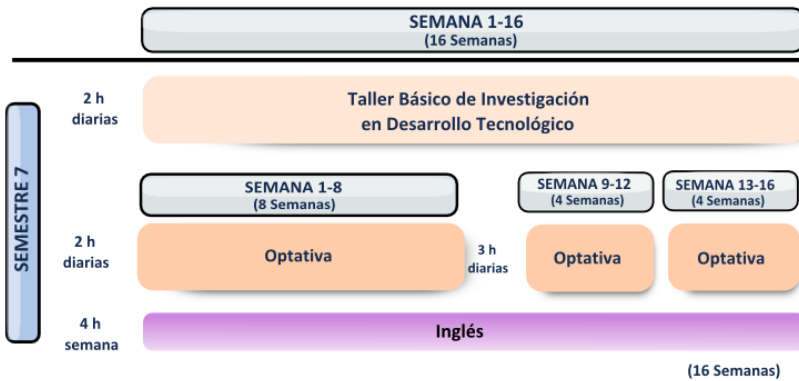
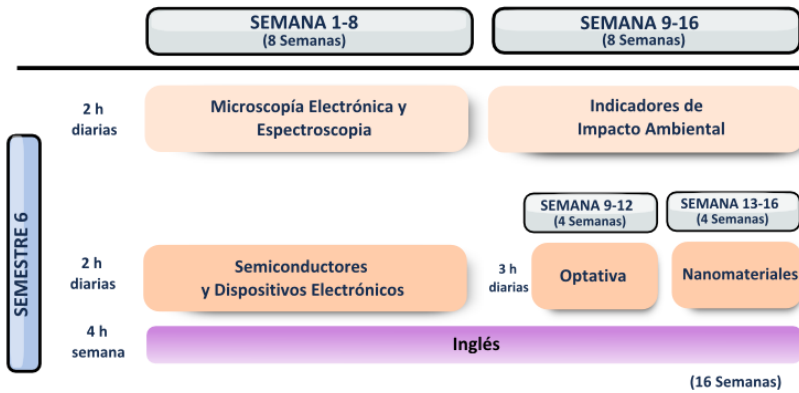
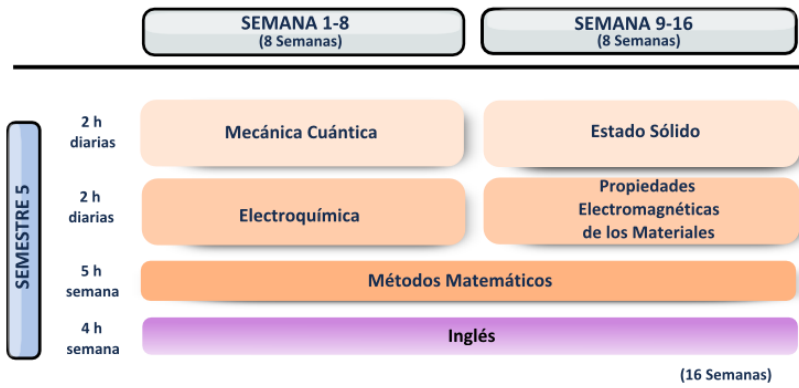
- A. A. Leiserowitz, R. W. Kates, T. M. Parris. *Sustainability values, attitudes, and behaviors: a review of multinational and Global Trends*. Annu. Rev. Environ. Resour. 2006. 31:413–44. Disponible en línea en: doi: 10.1146/annurev.energy.31.102505.133552
- ANUIES. *Catálogo de carreras de licenciatura en Universidades e Institutos Tecnológicos* 2007. Cornell University Library Arxiv. <http://arxiv.org/Stats/hcamonthly.html>
- E. Schrödinger. *Ciencia y Humanismo*. Ed. Tusquets, pp. 88, España, 1985.
- INEGI. <http://www.inegi.org.mx>
- INEGI. *Los profesionistas del Distrito Federal*, 2004.
- INEGI. *Los profesionistas de Jalisco*, 2005.
- INEGI. *Los profesionistas de Guanajuato*, 2005.
- INEGI. *Los profesionistas de Nuevo León*, 2004.
- K. S. Gallagher, J. P. Holdren, A. D. Sagar. *Energy-technology innovation*. Annu. Rev. Environ. Resour. 2006. 31:193–237 doi: 10.1146/annurev.energy.30.050504.144321
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México. 1988. <http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Pages/leyesfederales.aspx>
- Marco Institucional de Docencia*. Aprobado en Sesión de la Comisión de Trabajo Académico del Consejo Universitario el día 30 de septiembre de 2003. Publicado en la Gaceta UNAM el día 6 de octubre de 2003.
- Modificaciones al Reglamento General para la Presentación, Aprobación y Modificación de Planes de Estudio* Aprobadas por el Consejo Universitario en su Sesión Ordinaria del 20 de junio de 2003.
- National Science Board. Science and Engineering Indicators 2012. <http://www.nsf.gov/statistics/seind12/>
- Reglamento General para la Presentación, Aprobación y Modificación de Planes de Estudio*. Aprobado en Sesión del Consejo Universitario el día 11 de diciembre de 1985. Publicado en la Gaceta UNAM el 6 de enero de 1986.
- SciVerse Scopus. <http://www.info.sciverse.com/scopus>.
- UNESCO Institute for Statistics. <http://www.uis.unesco.org>

III. ANEXOS

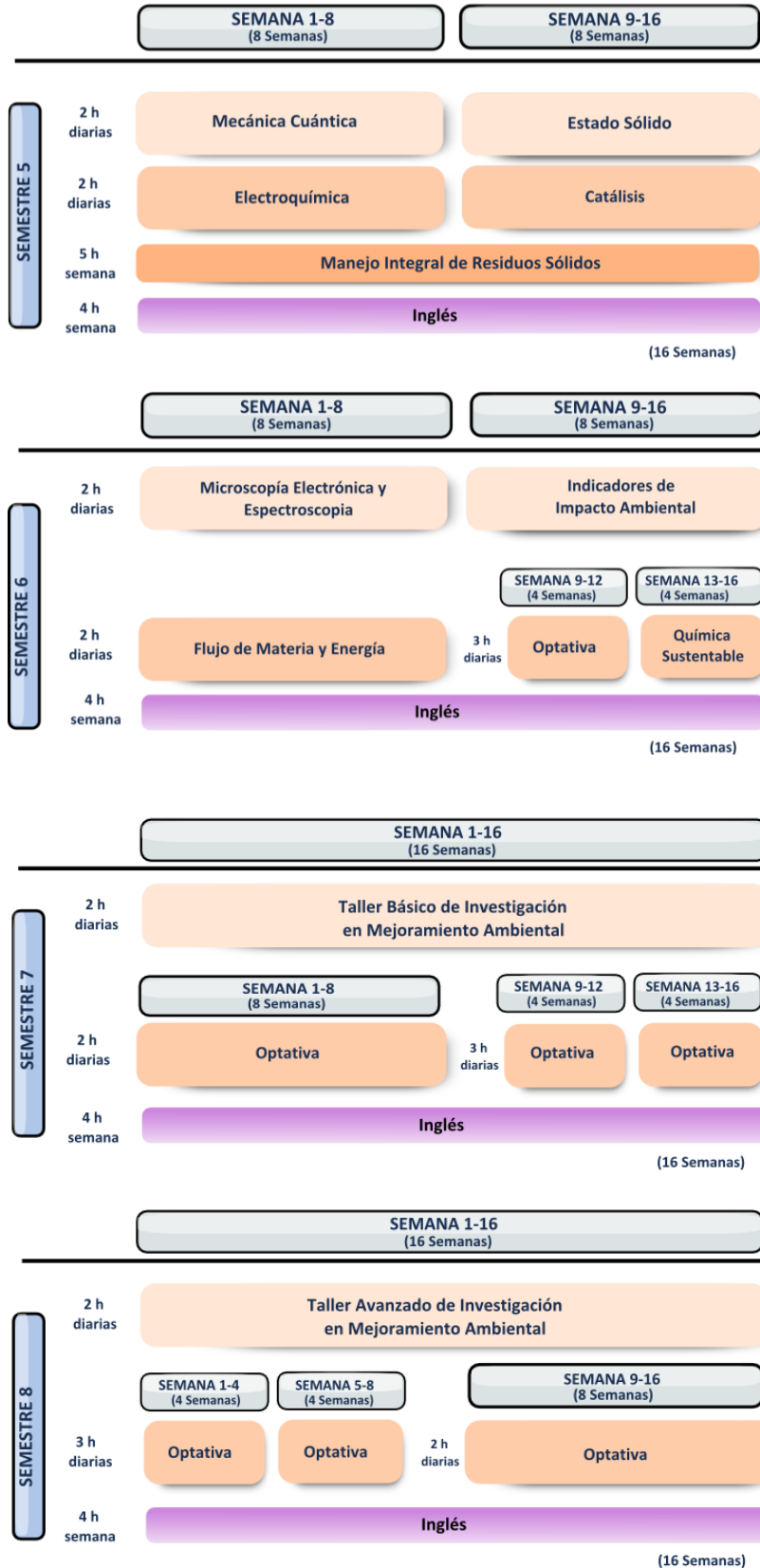
Anexo 1. Estructura semanal y semestral del plan de estudios de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables



LICENCIATURA EN CIENCIA DE MATERIALES SUSTENTABLES (DESARROLLO TECNOLÓGICO)



LICENCIATURA EN CIENCIA DE MATERIALES SUSTENTABLES (MEJORAMIENTO AMBIENTAL)



TÉCNICO EN ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS MATERIALES

SEMANA 1-4
(4 Semanas)

SEMANA 5-8
(4 Semanas)

SEMANA 9-12
(4 Semanas)

SEMANA 13-16
(4 Semanas)

3 h
diarias

Políticas Públicas
y Legislación
Ambiental

Economía
y
Ambiente

Eco-Eficiencia

Manifestación del
Impacto Ambiental
de los Materiales

SEMANA 1-6
(6 Semanas)

SEMANA 7-12
(6 Semanas)

2 h
diarias

Huella de Carbono

Huella de Agua

Ciclo de Vida

1 h
diaria

Seminario Técnico Integrador

4 h
semana

Inglés

(16 Semanas)

SEMESTRE 4

Comisión que elaboró y créditos

Coordinación

Dra. Ana Martínez Vázquez

Dr. Ken Oyama Nakagawa

Dr. Oracio Navarro Chávez

Expertos

Ciencia de Materiales

Dra. Yesenia Arredondo León

Dr. Oracio Navarro Chávez

Dra. Ana Martínez Vázquez

Dr. Luis Enrique Sansores Cuevas

Ing. Gladys Zerquera Balbuena

M. C. Claudia Briones Jurado

Dra. Marel Betsabee Monroy Peláez

Dr. Guillermo Santana Rodríguez

Dra. Sandra Elizabeth Rodil Posada

Dr. Jaime Santoyo Salazar

Dra. Cristina Piña Barba

Dr. José Lemus Ruíz

Dr. Ricardo Morales Estrella

Secretaría de Desarrollo Institucional

Coordinación del Grupo de Trabajo

Mtra. María Gloria Hirose López

CD. Laura Elena Pérez Flores

Entidades Académicas que participaron en el desarrollo y propuesta del Plan de Estudios

Instituto de Investigaciones en Materiales

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia