

# **INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES**

## **PLAN DE TRABAJO**

### **DIRECCION 2020-2024**

**Dr. José Israel Betancourt Reyes**

#### **INTRODUCCION**

La Ciencia de Materiales ha acompañado el desarrollo de la civilización humana desde sus inicios, como lo indica la clasificación de las diferentes eras prehistóricas que abarcan el uso de materiales (piedra, bronce, hierro) para la confección de herramientas y armas para la búsqueda de alimentos y la defensa en contra de amenazas alrededor de los núcleos humanos primigenios que utilizaron estos materiales para su provecho. Posteriormente, la revolución industrial catapultó el uso extensivo del acero (aleación hierro-carbono, principalmente) como material idóneo para la construcción de todo tipo de maquinaria, incluyendo medios transporte como el ferrocarril. En épocas más recientes, al término de la segunda guerra mundial proliferó el uso extensivo de plásticos, derivado de la refinación del petróleo. Aun hoy en día, los plásticos se utilizan en una amplísima gama de aplicaciones, desde artículos de uso personal (cepillos, calzado, ropa) hasta aplicaciones ingenieriles sofisticadas como en la industria automotriz.

En la actualidad, la Ciencia e Ingeniería de Materiales es un área de investigación con un gran impacto en el desarrollo tecnológico, en el que es indispensable la necesidad de contar con un material adecuado en términos de su funcionalidad, disponibilidad y costo de producción para lograr aplicaciones técnicas específicas, por ejemplo, en temas de desarrollo de energías limpias, biomateriales (para reemplazo de huesos y órganos y como implantes regenerativos), terapias nuevas para tratamiento de cáncer, materiales funcionales para diseño de sensores, telecomunicaciones y remediación ambiental, entre muchos otros. La importancia de la Ciencia e Ingeniería de Materiales como disciplina científica a nivel global se pone de manifiesto al repasar los Premios Nobel en las áreas de Física y Química otorgados en los últimos 20 años, en los que se puede corroborar que casi el 35% de ellos corresponde precisamente a desarrollos novedosos de materiales y sus aplicaciones (ver Tabla 1 incluida como Anexo).

En el entorno nacional, la UNAM ha marcado la pauta desde hace décadas en la investigación científica y humanística. En particular, en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales, la UNAM es líder desde hace 53 años a través de la destacada labor académica del Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM), creado en 1967 como entidad del Subsistema de la Investigación Científica (SIC), y cuya misión es realizar investigación científica y tecnológica de vanguardia sobre la estructura, las propiedades, los procesos de transformación y el desempeño de los materiales, así como formar recursos humanos de alta calidad en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales y difundir ampliamente los resultados de sus investigaciones. En nuestro país, el IIM es referente para otros centros especializados en Ciencia de Materiales, tanto públicos como privados, en virtud de la calidad y variedad de las temáticas de investigación que se llevan a cabo, tal y como se muestra en la Fig.1 del Anexo, la cual muestra el número de artículos publicados por año de cuatro centros emblemáticos que cultivan la investigación científica en Ciencia de Materiales en nuestro país: El Centro de Materiales Avanzados (CIMAV), el Centro de Química Aplicada (CIQA) y la División de Materiales Avanzados del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), todos ellos, parte de la red de Centros de Investigación del CONACYT. De acuerdo a dicha Figura, la tendencia histórica es claramente favorable al IIM, en términos del número total de artículos indizados por año que publica su personal académico. Adicionalmente, cabe destacar que el factor H del IIM correspondiente a todas sus publicaciones en el 2020 llegó a 76, el más alto de entre los Centros de investigación ya referidos (CIMAV presentó un  $H = 62$  en 2020, como segundo lugar a nivel nacional). Las áreas de trabajo actual del Instituto de Investigaciones en Materiales abarcan tópicos que van desde nanoestructuras, hasta materiales funcionales de diversos tipos (biomateriales, metales, cerámicos, polímeros y composites), incluyendo también líneas de trabajo muy exitosas en reología, películas delgadas y simulación computacional de materiales y sus propiedades. Los objetivos del IIM son los siguientes: i) Contribuir al estudio teórico y experimental de los materiales ii) Generar conocimiento nuevo sobre la correlación síntesis-estructura y propiedades de los materiales iii) Generar nuevos materiales, procesos de transformación y aplicaciones iv) Formar recursos humanos de excelencia en el área de ciencia e ingeniería de materiales v) Contribuir a la aplicación tecnológica de los materiales y propiciar la vinculación con el sector industrial vi) Prestar servicios de investigación científica y tecnológica, además de asistencia técnica en el área de ciencia e ingeniería de materiales y vii) Difundir ampliamente los estudios que se realicen y los resultados y productos que se obtengan.

## FORTALEZAS Y AREAS DE OPORTUNIDAD DEL IIM

Entre las fortalezas del IIM se cuentan en primer plano, la calidad de su personal académico, el cual conjunta investigadores con amplísima experiencia (con 30 años o más de carrera académica) y un notable grupo de científicos jóvenes talentosos, menores de 45 años, cuya productividad académica en número y calidad destaca en sus publicaciones en revistas con factores de impacto mayores a 10. El 97% de los investigadores del IIM pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, con 75% de ellos en los niveles II y III. La productividad primaria promedio anual de nuestro claustro académico es de 3.4 artículos/investigador/año, el cual es superior al promedio general de 2.2 artículos/investigador/año del SIC (Fuente: "Memoria UNAM 2019"). Este conocimiento generado redundó en 25 patentes en los últimos cuatro años, lo que ubica al IIM como el más productivo de las entidades del SIC en este rubro (Fuente: "Agenda Estadística UNAM 2020"). Nuestra comunidad académica realiza también una intensa labor de formación de recursos humanos, con 75 graduados por año en promedio de los diferentes niveles (Lic/Maes/Doc) y la impartición de 90 cursos en promedio por año, en temáticas de Ciencia Básica y Ciencia de Materiales, tanto a nivel Licenciatura como de Posgrado. El IIM participa de forma central en dos carreras de creación reciente en la UNAM: Materiales Sustentables (en conjunto con la ENES Morelia) y Química e Ingeniería de Materiales (en conjunto con la Facultad de Química de la UNAM). Otra fortaleza muy importante de nuestro Instituto es la Unidad Morelia, en la que laboran 12 académicos jóvenes y productivos que en el 2020 alcanzaron como productividad promedio, 4.1 art/inv/año; graduaron 26 tesis e impartieron 41 cursos en licenciatura y posgrado a lo largo del periodo 2016-2020. Asimismo, durante este periodo, la Unidad Morelia ha organizado una amplia variedad de actividades de difusión y divulgación en lo que logró asistencias de más de 300 participantes. Por otro lado, el IIM posee laboratorios con equipamiento de vanguardia, como lo son los laboratorios de análisis térmico, de análisis superficial, de difracción de rayos X, de pruebas mecánicas de materiales y de forma destacada, el Laboratorio Universitario de Microscopía Electrónica (LUME), el cual cuenta con un microscopio electrónico de transmisión de última generación, con capacidad de resolución atómica (0.7 angstrom). Este equipo se mantiene funcional desde hace tres años y es uno de los tres microscopios electrónicos con la más alta resolución en nuestro país (y el único en la UNAM).

Como áreas de oportunidad para consolidar y mejorar las labores sustantivas de investigación, formación y difusión del Instituto se tienen las siguientes: a) necesidad de

incrementar significativamente los recursos extraordinarios para atender de manera eficaz y oportuna los requerimientos de mantenimiento preventivo/correctivo y la renovación de la infraestructura y los equipamientos para la investigación b) el fomento de la formación temprana de estudiantes en Ciencia de Materiales de nivel Licenciatura, así como el aumento de la matrícula del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales c) edificios nuevos para ampliar la capacidad de Laboratorios nuevos para la investigación científica en temas de vanguardia de la Ciencia de Materiales, tanto en la sede de Ciudad Universitaria como en la Unidad Morelia d) Mecanismos de vinculación academia-industria mas eficaces que faciliten la transferencia tecnológica de nuestras patentes y que posibiliten un mayor impacto social en los procesos de innovación de empresas del sector productivo nacional y e) Política institucional de equidad de género para el fomento de un ambiente de trabajo respetuoso y libre de cualquier tipo de violencia de género, que propicie la igualdad de oportunidades para hombres y mujeres en los ámbitos académico y administrativo del IIM.

Tomando en cuenta las fortalezas y las áreas de oportunidad descritas anteriormente, así como el trabajo desarrollado y los avances logrados en el periodo 2016-2020, la visión que propongo para el desarrollo Institucional del IIM en el periodo referido es la siguiente:

### **VISION 2020-2024**

El Instituto de Investigaciones en Materiales estará a la vanguardia en la investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales a nivel nacional generando conocimiento científico y tecnológico de calidad para su aprovechamiento en los sectores académico, productivo y social; así como en la formación de recursos humanos de alto nivel que aporten especialistas útiles a la sociedad en la solución de problemas nacionales y que contribuyan al fortalecimiento de la UNAM en su carácter de Universidad Nacional.

Los Ejes Estratégicos que propongo para estructurar como programa de acción el presente Plan de Trabajo son los siguientes:

### **1) Investigación y Desarrollo Interno.**

La Investigación y el Desarrollo Interno forman parte esencial del quehacer universitario relacionado con la realización de investigaciones para la generación de conocimiento nuevo, como se establece en el Artículo 1 del Estatuto General de la UNAM. Actualmente, la producción científica primaria del IIM es muy significativa, lo que lo sitúa por arriba del promedio de artículos por investigador por año de todo el Subsistema de la investigación Científica (SIC). Es necesario mantener y robustecer este nivel de productividad con calidad, mediante acciones y programas que faciliten la realización de actividades y proyectos de investigación, así como el fomento de proyectos interdisciplinarios que compitan en convocatorias de amplio financiamiento y con impacto social relevante. Asimismo, el contar con una capacidad operativa óptima en laboratorios y equipamientos para la investigación es indispensable para el desarrollo apropiado de proyectos de investigación y prestación de servicios especializados, así como el mantenimiento adecuado de oficinas, edificios, jardines y espacios de convivencia, a fin de fomentar un ambiente propicio para el desarrollo de las actividades cotidianas de académicos y administrativos.

**Objetivo:** Consolidar la productividad académica primaria de calidad mediante una plantilla de académicos competitiva y una infraestructura actualizada y funcional para la investigación de vanguardia en temas actuales de Ciencia e Ingeniería de Materiales (CeIM).

#### **Programas:**

1.1 Fomento al ambiente de trabajo productivo mediante el diálogo y la participación colegiada de académicos.

1.2. Impulso a temas de investigación de vanguardia en Ciencia e Ingeniería de Materiales mediante la integración de grupos interdisciplinarios con académicos de uno o más departamentos.

1.3. Renovación de la planta académica mediante la contratación de investigadores y técnicos jóvenes con alto nivel académico que impulsen líneas nuevas de investigación y que participen activamente en la vinculación con el sector productivo.

1.4. Mantenimiento adecuado y periódico de la infraestructura física (laboratorios y edificios) así como la renovación y adquisición de equipos para la investigación.

1.5. Implementación de un programa de mantenimiento integral de edificios, laboratorios, oficinas y jardines, a fin de revitalizar la funcionalidad de espacios de trabajo y solaz.

1.6. Gestión de un edificio nuevo para ampliar la capacidad de Laboratorios nuevos para la investigación científica en temas de vanguardia de la Ciencia de Materiales, tanto en Ciudad Universitaria como en la Unidad Morelia.

1.7. Consolidación de la Unidad Morelia. Fortalecimiento de su infraestructura de investigación mediante proyectos grupales que participen en convocatorias de amplio financiamiento. Mejoramiento de sus servicios administrativos y de sus servicios especializados para la vinculación con el sector productivo local.

## **2) Formación y docencia.**

La formación de recursos humanos es otra de las actividades sustantivas de la Universidad, como se especifica en el Artículo 1 del Estatuto General de la UNAM. En particular, la formación de estudiantes de alto nivel académico en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales permitirá incidir positivamente en el desarrollo de la ciencia básica en nuestro país, así como en áreas de investigación y desarrollo industrial, lo que contribuirá a mejorar los procesos productivos de empresas mediante la innovación para elevar su competitividad. Actualmente, el IIM produce un promedio de 75 graduados por año de todos los niveles, aunque para el nivel de doctorado es clara la necesidad de implementar acciones tendientes a incrementar tanto la matrícula como la eficiencia terminal.

**Objetivo:** Fomentar la formación de recursos humanos en CeIM en tiempo y forma, impulsando programas de apoyo para favorecer el aumento de la matrícula de nuestros estudiantes asociados, así como el incremento de la eficiencia terminal de tesis de todos los niveles, en especial de posgrado. Apoyar la implementación de la carrera en Química e Ingeniería de Materiales (FQ-UNAM)

### **Programas:**

2.1. En coordinación con los Programas de Posgrado y Licenciatura en los que el IIM sea entidad participante, diseñar estrategias para mejorar la titulación de estudiantes de posgrado adscritos al IIM, en tiempo y forma, sin demeritar la calidad de su formación, especialmente en el nivel de doctorado.

2.2. Apoyo a la implantación de la carrera nueva en Química e Ingeniería de Materiales, en conjunto con la Facultad de Química.

2.3. Gestión de apoyos del Programa de Apoyos a los Estudios de Posgrado para beneficio de estudiantes y laboratorios.

2.4. Fomento a la participación proactiva de la comunidad estudiantil en la vida académica del IIM.

2.5. Ampliación del Programa de seguimiento de graduados de estudiantes asociados al IIM, con el fin de monitorear su impacto en el ámbito laboral donde se desempeñen.

### **3) Vinculación y difusión.**

La contribución a la solución de problemas de interés nacional está contemplada como parte de las funciones sustantivas de la Universidad, tal y como se establece en el Artículo 1 del Estatuto General de la UNAM. Esta contribución se debe fortalecer mediante mecanismos más efectivos que fomenten y faciliten la colaboración academia-industria, de manera que el conocimiento generado en los laboratorios de investigación pueda llegar de manera expedita a los sectores productivos público y privado que requieran de innovación y procesos creativos para aumentar su eficiencia y su competitividad. Actualmente, la Vinculación en el IIM funciona bien en términos de oferta de servicios especializados y gestión de convenios y patentes. Sin embargo, es clara la necesidad de incrementar la participación de investigadores y técnicos en proyectos multidisciplinarios que participen en proyectos de amplio financiamiento, a fin de contribuir de manera más efectiva a la solución de problemas nacionales y la consecución de montos mayores de recursos extraordinarios, los cuales no son suficientes en la actualidad para atender las necesidades constantes de mantenimiento, reparación y operación de equipos y laboratorios.

**Objetivo:** Mejorar la vinculación academia-industria, a fin de potenciar la colaboración con el sector productivo para contribuir a la solución de problemas de interés nacional. Aumentar los ingresos extraordinarios del IIM. Fomentar la difusión amplia de las investigaciones que se llevan a cabo en nuestro Instituto.

**Programas:**

3.1. Gestión de proyectos de investigación para la innovación en la que participen grupos interdisciplinarios conformados con académicos de uno o más departamentos.

3.2. Diseño e implementación de estrategias más efectivas para incentivar el patentamiento y su respectiva transferencia al sector productivo mediante licenciamiento.

3.3. Certificación de equipos y procedimientos de las tres pruebas de laboratorio más solicitadas por empresas y entidades del sector público y privado, a fin de consolidar la prestación de servicios tecnológicos en un esquema propicio de gestión de la calidad.

3.4. Diseño de diplomados de capacitación y actualización en caracterización de materiales para su difusión y venta en el sector productivo local y nacional.

3.5. Incremento de la presencia institucional del IIM en congresos de materiales y foros académicos de la especialidad para fomentar el intercambio académico y la visibilidad del IIM en foros científicos nacionales e internacionales.

3.6. Divulgación científica. Diseño de un programa amplio de divulgación del IIM, dentro y fuera de la UNAM.

**4) Gestión y administración.**

Los procesos administrativos constituyen una parte esencial en la operación cotidiana de actividades, tanto en oficinas como en laboratorios, por lo que, la gestión y la administración oportuna y eficaz de procesos y trámites deben estar alineadas para facilitar las labores sustantivas de investigación, docencia y divulgación. Recientemente, en el IIM se han realizado esfuerzos serios para mejorar el proceso administrativo en general, pero es necesario apuntalar los avances logrados con estrategias que faciliten y acorten los trámites a realizar para la compra de insumos y en general, de todos los servicios de gestión que presta la Secretaría Administrativa del IIM. Asimismo, es patente la necesidad de fomentar

el diálogo como instrumento para la toma de decisiones que reditúen en el beneficio general de la comunidad del IIM.

**Objetivo:** Consolidar la prestación de servicios ágiles y eficientes para la gestión administrativa interna del IIM, mediante un programa amplio e incluyente de capacitación al personal administrativo y de simplificación de trámites.

**Programas:**

4.1. Diseño de un programa de seguimiento y evaluación cuantitativa de la gestión administrativa, mediante la generación de indicadores apropiados.

4.2. Reducción de los tiempos de espera para compras nacionales y al extranjero, mediante la optimización del proceso integral de adquisiciones.

4.3. Actualización del 100% del registro de los bienes de activo fijo.

4.4. Implementación de un programa de capacitación periódico para el desarrollo de competencias del personal responsable de los procesos de gestión de la Secretaría Administrativa.

4.5. Fomento de la cultura de la administración al servicio de los académicos.

## **5) Equidad de género.**

La problemática alrededor de la equidad de género ha cobrado una importancia singular en la UNAM debido a la necesidad imperiosa de visualizar aspectos tan diversos como la igualdad de oportunidades, la prevención y la atención oportuna a quejas y denuncias sobre violencia de género y la concientización sobre la necesidad de renovar los conceptos de masculinidad para lograr una atmósfera laboral propicia para el desarrollo de nuestras labores sustantivas.

**Objetivo:** Implementar programas que contribuyan a fortalecer un ambiente de trabajo con respeto a los derechos humanos, incluyente, tolerante y libre de toda discriminación y que se encamine hacia la igualdad de oportunidades laborales, académicas y administrativas para hombres y mujeres, fomentando una convivencia libre de violencia de género en cualquiera de sus manifestaciones.

***Programas:***

5.1. Formalización de la Comisión de Género del IIM para impulsar programas específicos en el ámbito de la equidad de género.

5.3. Diagnóstico inicial en la comunidad del IIM sobre violencia de género y temas de equidad para la implementación de programas y acciones específicas.

5.4. Diseño de campañas de concientización sobre temáticas de igualdad de género, violencia de género y su prevención y atención oportuna y renovación de los conceptos de masculinidad.

5.5. Diseño de un protocolo específico del IIM para la atención de violencia de género.

5.6. Revisión periódica de los avances en política de género del IIM.

## CONGRUENCIA CON EL PLAN DE DESARROLLO UNAM 2019-2023

Estos ejes estratégicos y las acciones consideradas en ellos están alineados de forma congruente con los Programas Estratégicos definidos en el Plan de Desarrollo Institucional UNAM 2019-2023 propuesto por el Dr. Enrique Graue, Rector de la UNAM, como se indica en el recuadro siguiente

Ejes de acción PD UNAM	Programas	Ejes estratégicos Plan de Trabajo IIM 2020-2024
Eje 3. Vida académica	3.1. Personal académico 3.2. Investigación e innovación.	1,2,5
Eje 5. Vinculación, extensión y difusión	5.1. Vinculación, extensión y difusión 5.2. Vinculación <i>nacional</i>	1,3
Eje 6. Administración y gestión universitarias	6.1. Responsabilidad social universitaria 6.2. Gestión administrativa 6.3. Infraestructura	4,5

## APUNTE FINAL

Para el desarrollo adecuado de esta propuesta de trabajo, se requiere de la corresponsabilidad de toda la comunidad del IIM, de manera que se generen sinergias de trabajo que fomenten la participación constructiva y propositiva de investigadores, técnicos y administrativos. Se impulsará la participación académica colegiada, así como el crecimiento y desarrollo justo de todos los Departamentos y la Unidad Morelia. Se fomentará la equidad de género para la igualdad de oportunidades y el fomento de un ambiente de trabajo respetuoso, con apego a los derechos humanos y privilegiando el diálogo Dirección-Comunidad IIM como instrumento para alcanzar acuerdos en beneficio de toda la comunidad.

## ANEXO

Tabla 1. Lista de Premios Nobel durante el periodo 2000-2020\* en las áreas de Física y Química que involucran desarrollo de materiales y aplicaciones.

Año	Física	Química
2000	Heteroestructuras semiconductoras, circuitos integrados	Polímeros conductores
2003	Superconductores y superfluidos	
2005		Metatesis y síntesis orgánica
2007	Magnetoresistencia gigante	Procesos químicos en superficies de sólidos
2009	Sensor CCD	
2010	Grafeno	Acoplamiento cruzado catalizado por Pd para síntesis orgánica
2011		Cuasicristales
2014	Diodo de emisión de luz azul	
2016	Transiciones de fase topológicas en la materia	
2017		Microscopía electrónica criogénica
2019		Baterías de iones de Li

\*Fuente: [www.nobelprize.org/nobel\\_prizes](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes)

Fig.1. Productividad académica en términos de número de artículos publicados por año. IIM = Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM. CIMAV = Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Chihuahua, Chih. CIQA=Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coah. IPICYT= Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, San Luis Potosí, S.L.P (Búsqueda de datos en el WoS, agosto 2020).

