



## Áreas de Investigación

Universidad Nacional Autónoma de México  
CAMPUS MORELOS

# Morelos y UNAM. Fortalezas.

## UNAM: Fuerte base científica e infraestructura

- Es la mejor universidad en países de habla hispana (The Times Higher Education Supplement, 2012, 2013, 2015; The "Webometrics Ranking of World Universities" es una iniciativa del Cybermetrics Lab, perteneciente al
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España, 2015, 35 años de presencia en Morelos, con 6 entidades de investigación.

Noveno lugar de las universidades más innovadoras del mundo con las mayores cantidades de ingresos de la industria para la investigación. (Times Higher Education –World University Rankings, 2015)

## El estado de Morelos ha alcanzado un nivel de clase mundial en investigación.

- 41 centros de investigación en Ingeniería, Biotecnología, Física, Matemáticas, Química y Humanidades.

Población dedicada a la investigación (por miles de empleados, tiempo completo)

\*Datos para México y Morelos del SNI 2014

- OECD\* 1.0 %
- Morelos 0.11%
- México 0.04%

Fuentes:

OECD, Main Science and Technology Indicators database, January 2014

INEGI, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Indicadores estratégicos. Cuarto trimestre de 2014. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC., 2014

Producción científica por año (publicaciones / millón habitantes)

- México 11,064
- Morelos 819

Fuente: DGEI, Dirección General de Evaluación Institucional, ExECUM, Estudio Comparativo de las Universidades Mexicanas, UNAM, 2014-Institute for Scientific Information

La producción científica en México en el periodo 2010 a 2013 fue de 40,530 publicaciones en donde la UNAM se colocó en primer lugar con una aportación de 12713 artículos en ese mismo cuatrienio.

Esto representa el 31.4% del total nacional.

Fuente: DGEI, Dirección General de Evaluación Institucional, ExECUM, Estudio Comparativo de las Universidades Mexicanas, UNAM, 2014.

## Experiencia en establecer alianzas estratégicas y competencias en transferencia de tecnología

## Unidad de Vinculación y Transferencia de Tecnología

### Misión/Visión:

Potenciar la capacidad científica y tecnológica de la UNAM Campus Morelos para la generación de riqueza en la sociedad, dando valor al "expertise" científico existente, y complementándolo con los conocimientos y las prácticas fundamentadas en el desarrollo de negocios. Nuestra visión es contribuir a incrementar el desarrollo económico y la competitividad a nivel regional y nacional.

### Objetivos:

**Corto plazo:** Ofrecer asesoría especializada a las entidades académicas para responder adecuadamente a las necesidades del sector productivo. Actividades de extensión y capacitación empresarial para ofrecer una respuesta de alta competitividad en el ámbito empresarial, a través de cursos, servicios y consultorías tecnológicas.

**Mediano plazo:** Establecer un puente de colaboración estrecha con el sector productivo a través de licenciamientos de tecnologías maduras y de proyectos de investigación y/o desarrollo tecnológico que ofrezcan soluciones efectivas a los requerimientos y exigencias del sector productivo.

**Largo Plazo:** Crear alianzas estratégicas a nivel nacional e internacional, fortalecimiento de redes de colaboración en el ámbito local y global, asesorar proyectos de creación de nuevos negocios de alto valor agregado basados en tecnologías del Campus y formar recursos humanos de licenciatura y posgrado en la administración estratégica global y en temas de comercialización de tecnología.

# Instituciones de investigación en Morelos

**41 Entidades de investigación.** 46% en Ciencias Químicas, Biológicas y Salud (19 entidades), 29% en Ciencias Físicas, Matemáticas e Ingeniería (12 entidades) y 25% en Ciencias Sociales y Humanidades (10 entidades).

## Ciencias Físicas, Matemáticas e Ingeniería

- División del Posgrado en Ingeniería, UNAM (CIE, IMTA)
- **Instituto de Energías Renovables, IER- UNAM**
- Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, UAEM
- Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, CENIDET
- **Instituto de Ciencias Físicas, ICF-UNAM**
- Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
- Instituto Tecnológico de Cuautla, ITC
- Instituto Tecnológico de Zacatepec, ITZ
- Tecnológico de Monterrey Campus Cuernavaca, ITESM
- **Unidad Cuernavaca del Instituto de Matemáticas, UCIM-UNAM**
- Universidad Politécnica del Estado de Morelos, UPEMOR

## Ciencias Sociales y Humanidades

- Centro de Investigación y Docencia en Humanidades del Estado de Morelos, CIDHEM
- **Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, CRIM-UNAM**
- Facultad de Arquitectura, UAEM
- Facultad de Artes, UAEM
- Facultad de Humanidades, UAEM
- Facultad de Psicología, UAEM
- Instituto de Ciencias de la Educación, UAEM
- Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH-Morelos
- Unidad de Investigación y Servicios Psicológicos, UAEM
- Universidad Pedagógica Nacional, campus Morelos

## Ciencias Químicas, Biológicas y Salud

- **Centro de Ciencias Genómicas, UNAM**
- Centro de Desarrollo Tecnológico de Tezoyuca, FIRA
- Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina, UNAM
- Centro de Investigación Biomédica del Sur, IMSS
- Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, UAEM
- Centro de Investigación en Biotecnología, UAEM
- Centro de Investigaciones Químicas, UAEM
- Centro de Productos Bióticos, IPN
- Centro Experimental Zacatepec, Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, INIFAP
- Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Parasitología Veterinaria, CENID-PAVET
- Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal, CENAPA
- Escuela de Enfermería, UAEM
- Facultad de Ciencias Agropecuarias, UAEM
- Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM
- Facultad de Ciencias, UAEM
- Facultad de Farmacia, UAEM
- Facultad de Medicina, UAEM
- **Instituto de Biotecnología, IBt UNAM**
- Instituto Nacional de Salud Pública, INSP

\* Fuentes: CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) & SICYT (Secretaría de Innovación Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos), 2015.





Centro de Ciencias Genómicas (CCG), 1980



Instituto de Biotecnología (IBT), 1982



Instituto de Ciencias Físicas (ICF), 1982



Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM), 1983



Instituto de Energías Renovables (IER), 1985



Instituto de Matemáticas, Unidad Cuernavaca (UCIM), 1996

## Áreas de investigación

- Biología molecular de plantas.
- Biología del desarrollo y fisiología molecular.
- Ingeniería celular y biocatálisis.
- Medicina molecular y bioprocesos.
- Microbiología molecular.

## Entidades académicas del campus Morelos en Cuernavaca y Temixco

Personal	IBT	ICF	CCG	IER	CRIM	UCIM	Total
Investigadores	102	38	25	44	49	25	283
Técnicos Académicos	91	12	33	23	23	5	187
<b>TOTAL</b>	<b>193</b>	<b>50</b>	<b>58</b>	<b>67</b>	<b>72</b>	<b>30</b>	<b>470</b>

Académicos en el SNI	IBT	ICF	CCG	IER	CRIM	UCIM	Total
	123	41	32	47	36	24	303

- 47% del total de investigadores del estado pertenecen al Campus Morelos de la UNAM.
- 65% de los investigadores que integran a la UNAM Campus Morelos pertenecen al SNI (Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología).
- Morelos cuenta con un total de 999 Investigadores Miembros al SNI.
- Gran cantidad de ellos han sido premiados a nivel mundial.

Fuente: CONACYT; SNI – Sistema Nacional de Investigadores 2014.

Estudiantes	IBT	ICF	CCG	IER	CRIM	UCIM	Total
<b>TOTAL</b>	<b>285</b>	<b>132</b>	<b>72</b>	<b>457</b>	<b>20</b>	<b>64</b>	<b>1,030</b>

El campus alberga programas de posgrado en todas las áreas de desarrollo, además de una licenciatura orientada a la investigación en un área innovadora como son las ciencias genómicas. Los investigadores asesoran a cerca de 1,500 estudiantes.



## Departamento de biología molecular de plantas

Gladys Cassab, Alejandra Covarrubias, Joseph Dubrovsky, Patricia León, Omar Pantoja, Carmen Quinto, Luis Cárdenas, Federico Sánchez

- Bases genéticas de la respuesta a infecciones por patógenos y sequía en plantas.
- Mecanismos de transporte iónico y adaptación a cambios en la salinidad del entorno.
- Transducción de señales en bacterias simbiotas fijadoras de nitrógeno.
- Genética del desarrollo y fisiología de la raíz.
- Adaptación al calor en plantas y levadura.
- Regulación del desarrollo de cloroplastos.
- Mecanismos implicados en las relaciones mutualistas en plantas



## Departamento de genética del desarrollo y fisiología molecular

Carlos Arias, Susana López, Luis Covarrubias, Alberto Darszon, Patricia Joseph, Jean Louis Charli, Hilda Lomeli, Enrique Reynaud, Mario Zurita

- Fisiología molecular de canales iónicos en el espermatozoide (humano, ratón, erizo de mar).
- Neurobiología celular y molecular (rata).
- Genética y biología molecular del desarrollo embrionario (pez cebra, mosca, ratón).
- Biología molecular y genómica funcional de la interacción virus-célula huésped (rotavirus, astrovirus, influenza).
- Diferenciación celular, biología de células troncales y regulación de muerte celular (ratón).



## Departamento de ingeniería celular y biocatálisis

Francisco Bolívar, Guillermo Gosset, Enrique Galindo, Agustín López-Munguía, Enrique Morett, Joel Osuna, Gloria Saab, Lorenzo Segovia, Xavier Soberón, Rafael Vázquez

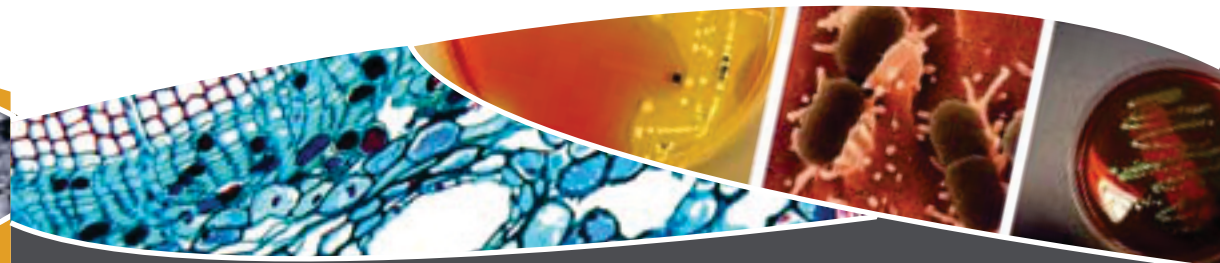
- Ingeniería metabólica de microorganismos.
- Evolución y modificación de la actividad catalítica de enzimas.
- Análisis bioinformático de genomas y proteomas.
- Ingeniería enzimática y bioprocesos.
- Biotecnología ambiental y biorremediación.
- Regulación de la expresión genética en bacterias.



## Departamento de medicina molecular y bioprocesos

Alejandro Alagón, Baltazar Becerril, Gerardo Corzo, Laura Palomares, Gustavo Pedraza, Leonor Pérez, Lourival Possani, Tonatiuh Ramírez, Enrique Rudiño, Yvonne Rosenstein

- Producción de anticuerpos (monoclonales y recombinantes) para diagnóstico y terapéuticos.
- Caracterización estructural y fisiológica de toxinas de animales ponzoñosos.
- Desarrollo de bioprocesos para la producción de proteínas recombinantes en células animales.
- Cristalografía de proteínas.
- Prospección de ligandos naturales con aplicaciones farmacológicas.
- Mecanismos moleculares que activan y regulan el proceso inflamatorio en el sistema nervioso central.



## Departamento de microbiología molecular

Alejandra Bravo, Mario Soberón, Edmundo Calva, Guadalupe Espín, Enrique Merino, José Luis Puente, Adrian Ochoa

- Bases moleculares de la regulación genética y la diferenciación celular en comunidades de microorganismos.
- Estructura y función de toxinas bacterianas.
- Bases moleculares de la interacción entre bacterias patógenas y la célula huésped.
- Análisis de genomas y proteomas.

# Colaboración con la industria



- Producción de vacunas recombinantes con el sistema de de células baculovirus de insecto, y servicios.



- Transferencia de tecnología de insulina recombinante humana. Probiomed estableció hace varios años un acuerdo de colaboración estratégica con el Instituto de Biotecnología, con la intención de establecer la infraestructura y el conocimiento necesarios para producir proteínas recombinantes de interés médico. Estos productos se comercializan actualmente en México y el extranjero con gran éxito. Hoy, Probiomed tiene su propio equipo de investigación y desarrollo, que interactúa fuertemente con el Instituto de Biotecnología. Escalamiento de la producción de la hormona de crecimiento recombinante



- Implementación de la producción de tecnología de un recombinante anti- influenza FluBlock vacuna recombinante , para apoyar su transferencia a las empresas latinoamericanas.



- Desarrollo de un proceso de producción de bioetanol a partir de residuos agroindustriales.



- Proyectos y servicios de I + D



- Identificación de actividades insecticidas en cepas de Bacillus thuringiensis (Bt)



- Instituto Bioclon y Laboratorios Silanes tienen una relación de más de doce años con el Instituto de Biotecnología. Como resultado, varios proyectos y tecnologías han sido desarrollados y transferidos, tales como kits diagnósticos para hipotiroidismo congénito y fáboterápicos contra picadura de alacrán o mordedura de araña y serpiente.



**BP North America (USA)**

- Desarrollo de proyectos de I + D



- Licencia de tecnología CRY-mod de toxinas , desarrollado y basado en el conocimiento del mecanismo de toxinas Bt Cry en el intestino del insecto , dilucidado en el Instituto . Estas toxinas modificadas eran capaces de resolver el problema de resistencia de los insectos a las toxinas Cry nativas. Hoy PIONEER financia el laboratorio del inventor en el Instituto por 10 años .



- Licencia de una vacuna , desarrollado conjuntamente con la Universidad de Columbia Británica developed with the British Columbia University



- Desarrollo de bio- equivalentes y nuevos antibióticos .



- Modificación de metabolismo vegetal para acumular precursores vitamínicos.



- Desarrollo de nuevos servicios bioinformáticos



- Transferencia de un nuevo bio - fungicida para mangos y otros cultivos.



**COMEXTBIO, (Maalem)**

- Licencia de una composición Bt eficaz contra los mosquitos vectores del dengue .



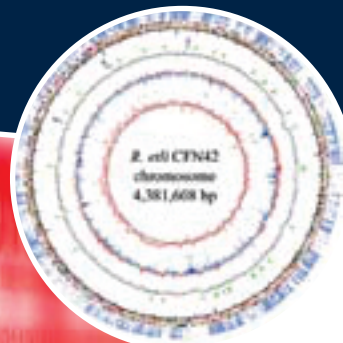
- Desarrollo y transferencia de un nuevo cóctel inmunógeno para producir anti- CRAL inmunoterapéutico para la mordedura de serpiente en caballos.



- Licencia de péptidos inmunoblocker Kv1.3 para desarrollar fármacos terapéuticos contra enfermedades autoinmunes.

## Áreas de investigación en genómica

- Genómica computacional.
- Ecología genómica.
- Genómica evolutiva.
- Genómica funcional de eucariotes.
- Genómica funcional de procariotes.
- Dinámica genómica: Laboratorio de Biología de Sistemas y Biología Sintética
- Ingeniería genómica.



**RegulonDB**  
Escherichia coli K12 Transcriptional Networks

## Genómica computacional

Julio Collado Vides

Este programa se orienta al desarrollo de herramientas computacionales para la predicción genómica, análisis evolutivo y el estudio de redes de regulación genética en bacterias. Asimismo, se han implementado herramientas para la predicción y análisis de factores de transcripción, regiones reguladoras, operones y genes funcionalmente asociados. El grupo está en transición hacia un laboratorio de biología de sistemas, que además de investigación pueda proveer servicios de análisis bioinformático.

## Ecología genómica

Esperanza Martínez-Romero, Otto Geiger, Isabel López Lara, Christian Sohlenkamp.

El principal interés de este programa es investigar poblaciones bacterianas, su diversidad y taxonomía, así como las bases moleculares de los procesos involucrados en la interacción entre las bacterias y los animales, las plantas y el humano. Además de los aspectos básicos, se han desarrollado tecnologías para mejorar el medio ambiente y la agricultura. Asimismo, recientemente se comenzó el desarrollo de tecnologías con aplicación médica.



## Genómica evolutiva

Miguel A. Cevallos Gaos, Víctor González Zúñiga, Julio A. Freyre González, Santiago Castillo Ramírez

Este programa busca contribuir al entendimiento de los procesos evolutivos a nivel molecular responsables de la simbiosis. También se presta interés en los mecanismos de replicación e incompatibilidad entre plásmidos de *Rhizobium*, así como en los mecanismos de expresión genética en una variedad de condiciones. El laboratorio utiliza enfoques como secuenciación de ADN, análisis bioinformático y biología molecular. Además, el programa produjo la secuencia del primer genoma completo de una bacteria con trabajo de investigadores mexicanos: *R. etli*.



## Genómica funcional de eucariotes

Georgina Hernández Delgado, Mario Ramírez Yáñez, Mario A. Serrano Alexandre Tromas

La investigación en este programa se basa en el sistema biológico del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) que establece simbiosis con las bacterias fijadoras de nitrógeno: *Rhizobium etli*, *R. tropici* y otras. El frijol es una de las leguminosas más importantes por consumo humano a nivel mundial, es altamente producido en México y es la principal fuente de proteína en la dieta.



## Genómica funcional de procariotes

Jaime Mora Celis, Sergio M. Encarnación Guevara, Michael Dunn

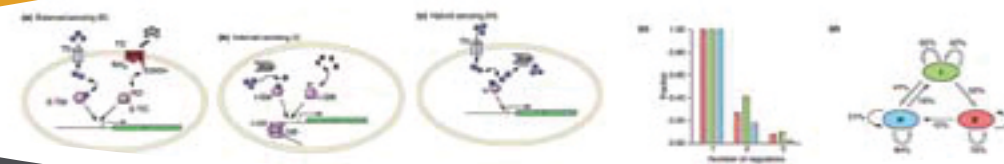
El programa desarrolla investigación en regulación, metabolismo y genómica bacteriana, especialmente se dirige al análisis genómico, transcriptómico y proteómico de *Rhizobium* y organismos relacionados.

La experiencia existente en el grupo permite abordar problemas y aportar soluciones para el control de expresión genética, localización en el genoma y niveles de expresión, análisis globales en bacterias y condiciones como cáncer cérvico-uterino. También se han desarrollado biofertilizantes para frijol.

## Dinámica genómica: Laboratorio de Biología de Sistemas y Biología Sintética

Dra. María de Lourdes Girard Cuesy, Dr. Diego Cortez Quezada, Dra. Ayari Fuentes Hernández, Dr. Rafael Peña Miller, Dr. José Utrilla Carreri

Interesados en combinar la biología de sistemas y sintética usando modelamiento a escala genómica para el diseño de fenotipos bacterianos de interés biotecnológico. Además, también estamos interesados en utilizar un enfoque teórico-experimental para estudiar los mecanismos genéticos y metabólicos que permiten a poblaciones de bacterias implementar estrategias colectivas para sobrevivir a medios ambientes hostiles e impredecibles, por ejemplo a sustancias antimicrobianas. En este sentido, también estamos interesados en estudiar el efecto de la estructura espacial en la dinámica temporal de la evolución de la resistencia a distintas combinaciones de antibióticos. Asimismo, construimos modelos evolutivos para analizar regiones específicas de los genomas de los organismos, como por ejemplo los cromosomas sexuales, que son uno de los elementos más dinámicos de los genomas de los vertebrados. Por otro lado, utilizando como modelo de experimentación la fijación biológica de nitrógeno, estudiamos la regulación de la expresión de genes en respuesta a diferentes estímulos del medio ambiente y los mecanismos que gobiernan esta respuesta.



## Ingeniería genómica

David Romero, Susana Brom, Alejandro García de los Santos, Pablo Vinuesa.

Este programa estudia las fuerzas y mecanismos que han dado forma a la arquitectura genómica de proteobacterias asociadas a plantas. El objetivo de largo plazo es utilizar este conocimiento para desarrollar estrategias novedosas de ingeniería genómica, que permitan modificar bacterias para una aplicación comercial segura y dirigida. Las líneas de investigación incluyen: recombinación homóloga, recombinación sitio-específica durante la conjugación de plásmidos, genómica funcional de plásmidos, sistemática molecular, microevolución y filogeografía.



• Desarrollo y transferencia de biofertilizantes basados en *Rhizobium etli* y *Azospirillum brasilense*. Biofábrica Siglo XXI, S.A. de C.V. en Cuautla, Morelos, comercializa estos productos con éxito desde hace varios años. Biofertilizantes basados en *Rhizobium etli* y *Azospirillum brasilense* fueron desarrollados por los grupos del Dr. Jesús Caballero y del Dr. Jaime Mora en el Centro de Ciencias Genómicas, y fueron después licenciados a la empresa Biofábrica Siglo XXI, S.A. de C.V. en Cuautla, Morelos.

## BIOFUELS

• Desarrollo de biofertilizantes para la producción de biodiesel a partir de *Jatropha*.



## BIOINFORMATICS TOOLS

• Desarrollo de RegulonDB, base de datos bioinformático que integra conocimiento biológico de los mecanismos de regulación transcripcional en *Escherichia coli*.

## Servicios que ofrece el ICF al sector industrial, comercial y social.

En el ICF se realizan investigaciones de frontera por personal académico con alta formación profesional y experiencia dando servicio a la industria. En particular en las áreas de:

- Biofísica, Biotecnología.
- Electroquímica, Corrosión.
- Espectroscopía.
- Plasmas.
- Vibraciones.

## Desarrollo de nuevos compuestos

- Desarrollo de nuevos materiales con propiedades ópticas especiales.
- Desarrollo y aplicación de nuevos compuestos farmacológicos y cosméticos.
- Desarrollo y aplicación de nuevos materiales poliméricos y coloides.
- Tratamiento superficial de metales y aleaciones (nitruración iónica, plasma).
- Síntesis de materiales avanzados, intermetálicos, microaleaciones, recubrimientos, cuasicristales, etc.
- Diseño y construcción de nuevos materiales que tengan propiedades de protección a la corrosión, de una dureza particular y maleabilidad.





## Análisis de materiales

- Control y mitigación de la corrosión.
- Prueba de resistencia al agrietamiento inducido por el hidrógeno (HIC).
- Prueba de permeabilidad de hidrógeno.
- Análisis fisicoquímicos (tensión superficial, densidad, peso molecular promedio, viscosidad, temperaturas de fusión y cristalización, contenido de humedad, % de sólidos, pH, conductividad).
- Análisis de fallas de componentes estructurales.
- Análisis metalográficos y análisis de imágenes.
- Análisis por espectrometría de infrarrojo.
- Pruebas mecánicas (tensión, compresión, impacto y dureza).
- Análisis de pinturas (tráfico y arquitectónicas).
- Formulaciones y extrusión de termoplásticos.




## Caracterización de gases y superficies con relevancia industrial

- Caracterización espectroscópica de moléculas y compuestos en sistemas gaseosos o en superficies y tratamientos de superficies para procesos especiales.
- Monitoreo y utilización de plasmas para la modificación de superficies.
- Análisis y diseño de control de contaminantes en procesos industriales de producción de energía.
- Uso de espectroscopias rápidas y ultra rápidas para la caracterización de moléculas en gases y superficies.



## Análisis de sistemas complejos

- Optimización de procesos y rutas de distribución.
- Mecanismos de evolución en redes complejas, por ejemplo internet y sistemas de aeropuertos.
- Aparición de comportamiento organizado en conjuntos de muchos individuos, como por ejemplo: vuelo de parvadas, tráfico vehicular, propagación de rumores y evolución de ecosistemas.
- Análisis estadístico de sistemas caóticos y aleatorios, tanto físicos como sociales y económicos



## Diseño, manufactura y capacitación en el manejo de equipo de alta precisión, electrónico y de procesado.

- Manufactura de componentes de alta precisión.
- Desarrollo y construcción de equipos utilizando materiales ultraduros y compuestos cerámicos.
- Diseño de equipo electrónico para aplicaciones específicas.
- Construcción de superficies ópticas con un alto grado de calidad.
- Cursos de instrumentación y procesado.



Pemex. Investigación aplicada, diagnóstico y consultoría referente a corrosión en tuberías



Métodos de caracterización en materiales especiales, corrosión y metalurgia. Diseño de soluciones para la innovación de materiales metálicos y nanoestructurados en la industria.

## ENTREPRISE MANAGEMENT SYSTEMS

Diseño y construcción de un sistema de grabación en tiempo real de las variables físicas asociadas con la generación de energía en los paneles solares y turbinas de gas .



CORROSIÓN Y PROTECCIÓN

Apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ( CONACyT ), el Instituto de Ciencias Físicas y Corrosión y Protección , SA realizan investigación aplicada en el desarrollo de inhibidores de corrosión a base de aceite de coco y prototipos para el control de la corrosión de tuberías ; modelos de computadora para la calificación de las capacidades técnicas de los operadores para la transmisión de tuberías de petróleo y gas ; desarrollo de tecnologías para la evaluación de los niveles de corrosión del acero en el concreto .



## VORSEVI and Instituto Nacional de Antropología e Historia - INAH.

Diseño y desarrollo de software automatizado para el registro y análisis de los aspectos históricos y las variables físicas relevantes en la clasificación y catalogación del patrimonio histórico de México .

En el Centro de Investigación en Energía se realizan investigaciones científicas y tecnológicas en energía, principalmente en energías renovables, con desarrollo de tecnologías energéticas socialmente aceptables y ambientalmente sustentables. Se llevan a cabo estudios, asesorías y capacitación a instituciones así como la formación de recursos humanos especializados y difusión del conocimiento para beneficio de la sociedad.

## Áreas de investigación

- Recubrimientos ópticos y optoelectrónicos.
- Celdas de combustible solar-hidrógeno.
- Superficies, interfaces y materiales compuestos.
- Concentración solar.
- Geoenergía.
- Planeación energética.
- Refrigeración y bombas de calor.
- Física teórica.
- Transferencia de masa y energía.



## Recubrimientos ópticos y optoelectrónicos

Santhamma Nair Mailepallil, Karunakaran Nair Padmanabhan, Nini Rose Mathew, Aarón Sánchez

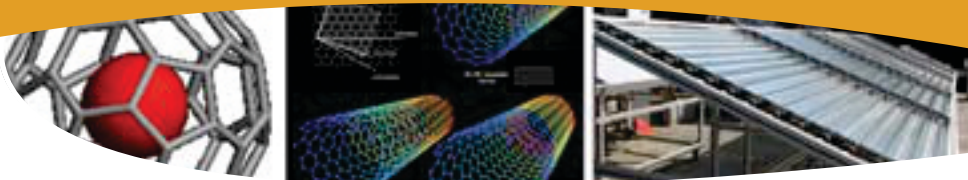
- Desarrollo de recubrimientos controladores solares de semiconductores laminados en vidrio.
- Desarrollo de materiales para dispositivos ópticos y optoelectrónicos.
- Desarrollo de fotodetectores, celdas solares, controladores de radiación solar, sensores de gases.
- Caracterización optoelectrónica de materiales y dispositivos.
- Desarrollo de materiales mediante multicapas de semiconductores.



## Celdas de combustible solar-hidrógeno

Arturo Fernández, Sergio Gamboa, Xavier Mathew, Sebastián Pathiyammaton

- Celdas solares de películas delgadas y nanoestructuradas basadas en  $\text{CuInSe}_2$ ,  $\text{CdTe}$  y  $\text{TiO}_2$ .
- Producción, almacenamiento y aplicación de hidrógeno.
- Nanociencia y nanotecnología aplicada en síntesis de materiales, fabricación de dispositivos y generación de energía.
- Baterías de Hidruro metálico y Litio.
- Supercapacitores.
- Bioenergía y biocombustible.
- Estudio y caracterización de películas delgadas semiconductoras, para su empleo como dispositivos controladores de la radiación solar en edificaciones



## Superficies, interfaces y materiales compuestos

Ana Karina Cuentas, Antonio Jiménez, Margarita Miranda, Marina Rincón, Raúl Suárez, Hailin Zhao

- Desarrollo de materiales compuestos para aplicaciones múltiples (sensores, diodos rectificadores, recubrimientos protectores, etc.).
- Síntesis de nanopartículas compuestas semiconductoras, en forma de emulsión y película delgada, para aplicaciones fotocatalíticas y fotoelectrolíticas (producción de hidrógeno).
- Desarrollo de materiales compuestos a partir de fullerenos y otras formas de carbón, para procesos de conversión y almacenamiento de energía.
- Desarrollo de compuestos del tipo II-IV por medio de la técnica de Sol-Gel para el diseño de conductores transparentes y dispositivos controladores de la radiación solar, celdas de combustible solar-hidrógeno.
- Desarrollo de generadores termoeléctricos.



## Concentración solar

Camilo Arancibia, Rafael Castrejón, Claudio Estrada, Oscar Jaramillo

- Óptica de concentración solar; de imagen y no imagen.
- Transferencia de calor en sistemas de concentración; problemas compuestos de conducción, convección y radiación.
- Estudio sobre materiales; reflectores y absorbentes; desarrollo y medición de propiedades.
- Conversión directa de energía; termoiónicos y termoeléctricos.
- Fotocatálisis y destoxificación solar.
- Sistemas termosolares de potencia.
- Procesos a altas temperaturas y altos flujos radiativos: destoxificación y producción de combustibles solares: hidrógeno.
- Plantas piloto con sistemas de concentración solar.



## Geoenergía

Pandarinath Kailasa, Edgar Santoyo, Ignacio Torres, Surenda P. Verma

- Geofísica, energía geotermal y vulcanología.
- Estudios energéticos de sistemas geotermales.
- Geoquímica analítica.
- Desarrollo de herramientas computacionales para la solución de problemas geocientíficos.
- Geotermometría.
- Interacciones agua-roca.

## Planeación energética

Jorge Islas, Fabio Manzini

- Instrumentos para la difusión de las fuentes renovables.
- Economía de los sistemas energéticos renovables.
- Prospectiva tecnológica y energética de las fuentes renovables.
- Dinámica de la generación distribuida.
- Sustentabilidad de los sistemas energéticos.
- Mitigación del impacto ambiental de las tecnologías energéticas.
- Cambio estructural de las industrias energéticas.
- Evaluación de externalidades.
- Desarrollo y economía de las plantaciones energéticas.



## Refrigeración y bombas de calor

Roberto Best, Octavio García, Isaac Pilatowsky, Wilfrido Rivera

- Bombas de calor.
- Transformadores térmicos.
- Secado solar / bombas de calor.
- Refrigeración solar por absorción, termoquímica y por eyecto-compresión.
- Simulación de procesos térmicos y termodinámicos.
- Ahorro de energía en refrigeración convencional.
- Determinación de propiedades termofísicas y termoquímicas de mezclas refrigerante / absorbente

## Theoretical Physics

Sergio Cuevas, Mariano López de Haro, Manuel Martínez, Rocio Nava, Antonio del Río, Miguel Robles, Yuri G. Rubo, Julia Tagüeña

- Termodinámica de procesos irreversibles.
- Optimización de procesos termodinámicos.
- Estufas solares.
- Física estadística.
- Física del estado sólido.



## Transferencia de masa y energía

Guillermo Barrios, Guadalupe Huelsz, Eduardo Ramos, Raúl Rechtman, Jorge Rojas, Ramón Tovar,

- Convección natural.
- Flujos multi-fase.
- Flujos oscilatorios.
- Sistemas complejos.
- Transferencia de calor y masa en edificaciones.
- Códigos numéricos para el estudio de transporte de materia y energía en fluidos.



## Servicios de investigación y desarrollo tecnológico

- Industria: MABE, MECCANO, INTEL, Módulo Solar, INTERCOVAMEX.



## Servicios de evaluación técnica de desempeño tecnológico

- Organizaciones certificadoras: ONNCE, NORMEX.



## Servicios de análisis y políticas energéticas

- Organismos gubernamentales: SENER, CONUEE, Gobierno del Estado de Guerrero.
- Organismos internacionales autónomos: OLADE, Agencia Internacional de Energía.



## Educación continua

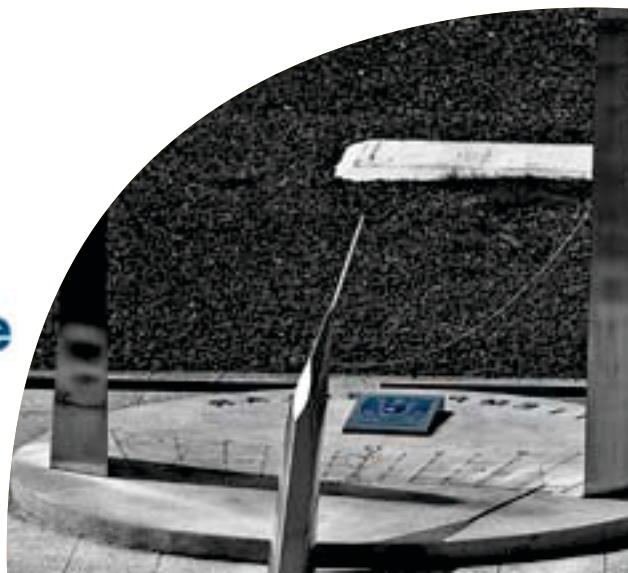
- Cursos de especialidad y diplomados relacionados con las energías renovables

## Posgrados

- El IER participa en los Programas de Posgrado en Ingeniería (Energía), Ciencias Físicas y Ciencia e Ingeniería en Materiales los cuales tienen como misión la formación de profesionales e investigadores del más alto nivel académico en sus respectivos campos de conocimiento que coadyuven al desarrollo sustentable de México y otros países.

## Fortalecimiento institucional y formación de recursos humanos de alto nivel

- Instituciones Nacionales: UNISON, UAEM, MABE.
- Instituciones académicas internacionales. CIEMAT (España), Universidad Rovira i Virgili (España).



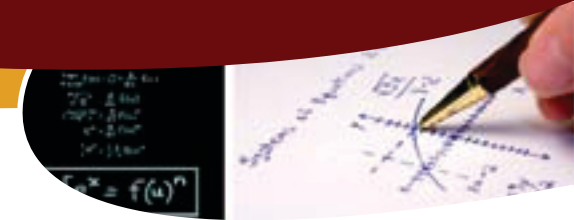
## Áreas de investigación en matemáticas

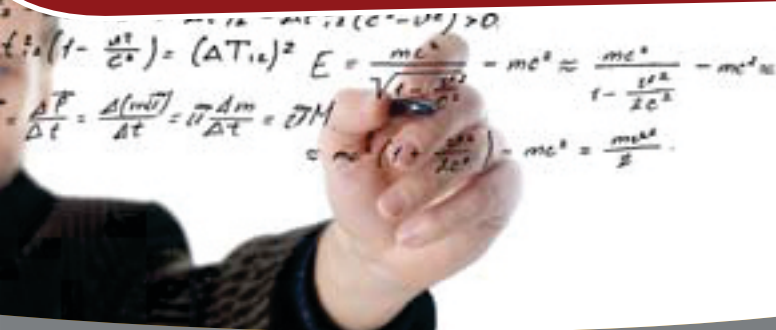
- Álgebra
- Análisis matemático
- Física matemática
- Topología
- Geometría
- Teoría de singularidades
- Modelado matemático y simulación
- Sistemas complejos y optimización
- Sistemas dinámicos

## Álgebra

Fuensanta Aroca, José Luis Cisneros, Tim Gendron, Francisco González, Jawad Snoussi, Gregor Weingart

- Co-homología de grupos y teoría de representaciones.
- Teoría K algebraica.
- Teoría clásica de invariantes.
- Álgebras de Lie.
- Álgebra conmutativa y teoría de singularidades.
- Álgebra computacional.
- Teoría algebraica de números.
- Teoría de grupos.





## Análisis matemático

Natig Atakishiyev, Emilio Marmolejo, Marcos López, Salvador Pérez, Carlos Villegas

- Análisis de Fourier.
- Análisis armónico.
- Espacios de Hardy y Bergman.
- Análisis de Clifford.
- Espacios de Banach y Fréchet de funciones armónicas holomorfas.
- Problemas inversos en ecuaciones diferenciales parciales parabólicas.
- Mecánica cuántica.
- Ondeletas.
- Análisis armónico vectorial.
- Teoría de operadores (Hilbert-Schmidt).

## Topología

Carlos Cabrera, José Luis Cisneros, Francisco González Acuña, Rolando Jiménez, Fabiola Manjarrez, Max Neumann, José Seade, Alberto Verjovsky, Gregor Weingart

- Topología algebraica.
- Topología diferencial.
- Topología geométrica.
- Teoría K.
- Clasificación homotópica de variedades cerradas.
- Espacios de configuraciones.
- Teoría de índice y clases características.
- Teoría de homotopía y obstrucciones.
- Teoría de nudos.
- Variedades de dimensiones bajas.



## Física matemática

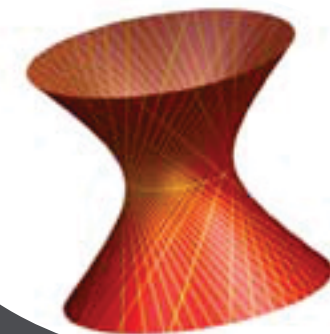
Natig Atakishiyev, Tim Gendron, Antonio Sarmiento, Carlos Villegas, Federico Zertuche, Gregor Weingart

- Mecánica cuántica (operadores de Schrödinger).
- Transformación de Bargmann.
- Teoría de grupos.
- Análisis numérico.
- Mecánica clásica.
- Análisis semiclásico.
- Sistemas dinámicos.
- Sistemas complejos.
- Cosmología.
- Teoría de cuerdas.
- Álgebras de Virasoro.
- Simetría espejo.

## Geometría

Fuensanta Aroca, Carlos Cabrera, Ángel Cano, José Luis Cisneros, Tim Gendron, Adolfo Guillot, Lucía López de Medrano, José Seade, Jawad Snoussi, Alberto Verjovsky, Gregor Weingart

- Geometría diferencial.
- Geometría compleja.
- Geometría algebraica.
- Geometría tropical.
- Bi-cocientes.
- Invariantes de Seiberg-Witten.
- Clasificación de variedades con curvatura seccional no-negativa.
- Grupos kleinianos.
- Laminaciones.
- Foliaciones.
- Superficies de Riemann.
- Espacios de Moduli.

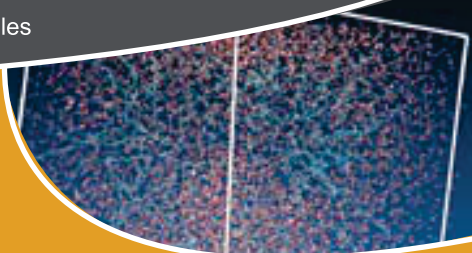




## Teoría de singularidades

Fuensanta Aroca, José Luis Cisneros, Adolfo Guillot, Lucía López de Medrano, José Seade, Jawad Snoussi

- Invariantes topológicos de variedades singulares.
- Teoremas de fibración para singularidades reales y complejas.
- Métodos de equisingularidad.
- Modificación de Nash y límites de espacios tangentes.
- Variedades polares.
- Parametrización de espacios singulares.
- Polígono de Newton.
- Singularidades de foliaciones y ecuaciones diferenciales



## Modelado matemático y simulación

Luis Javier Álvarez, Gilberto Calvillo, David Romero, Ma. Carmen Valencia, Federico Zertuche

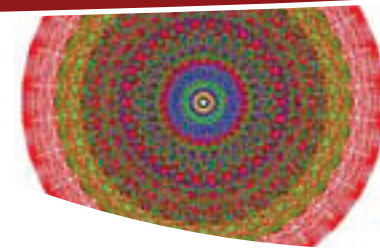
- Simulaciones de dinámica molecular.
- Monte Carlo.
- Química matemática.
- Simulaciones de cambio de clima.
- Autómatas celulares.
- Modelos de optimización.
- Teoría de preferencias.
- Investigación de operaciones.
- Economía y finanzas.



## Sistemas complejos y optimización

Gilberto Calvillo, David Romero, Antonio Sarmiento, Federico Zertuche

- Optimización combinatoria.
- Programación lineal.
- Problemas NP-duros.
- Redes neuronales y autómatas celulares.
- Dinámica discreta.
- Simulación de dinámica molecular.
- Arreglos no lineales de osciladores.



## Sistemas dinámicos

Aubin Arroyo, Carlos Cabrera, Ángel Cano, Adolfo Guillot, Peter Makienko, Antonio Sarmiento, José Seade, Alberto Verjovsky

- Sistemas dinámicos diferenciables.
- Estabilidad estructural y dinámica hiperbólica.
- Atractores extraños.
- Teoría ergódica.
- Sistemas dinámicos holomorfos.
- Iteración de funciones racionales.
- Acciones de grupos de Lie.
- Foliaciones.
- Teoría de números.
- Grupos Kleinianos complejos

## Colaboración con la Industria



BANCO DE MÉXICO  
www.banxico.org.mx

- Diseño de modelos y algoritmos de optimización para el sistema de pagos



- Modelos y algoritmos de optimización para el diseño de marcos muestrales

## Supplementum ex machina

- Desarrollo de algoritmos de optimización de rutas

## Programas de investigación

- Cambio mundial, globalización y desarrollo
- Estudios sobre educación y formación
- Estudios sobre equidad y género
- Estudios de lo imaginario
- Estudios en población
- Estudios regionales
- Cultura, política y diversidad
- Estudios socioambientales
- Violencia(s), derechos y salud
- Investigaciones en gobierno y políticas públicas



De acuerdo a las temáticas que abordan sus académicos, el CRIM está conformado por diez áreas de investigación agrupadas en programas:

### Cambio mundial, globalización y desarrollo.

Cuyo objetivo es analizar las dinámicas del cambio mundial en la perspectiva espacial y temporal, así como las transformaciones de los procesos de desarrollo.

#### Integrantes:

Mochi Alemán Prudencio Oscar, Dr.  
Morales Fajardo María Esther, Dra.  
Serrano Moreno Jorge Ramón, Dr.

### Estudios sobre educación y formación

El cual busca recuperar, construir y desarrollar conceptos, perspectivas analíticas, métodos y estrategias de indagación e interpretación de la realidad socioeducativa desde una perspectiva inter, multi y transdisciplinar.

#### Integrantes:

Suárez Zozaya María Herlinda, Dra.  
Gutiérrez Serrano Norma Georgina, Dra.  
Guzmán Gómez Carlota, Dra.



### Estudios sobre equidad y género

El que aborda el género cultural y sociológicamente de manera multidisciplinaria como uno de los ejes de la desigualdad social; atender el impacto y la lucha de las mujeres a través del movimiento feminista y la academia a nivel mundial, para que siga teniendo consecuencias en los contextos políticos, económicos, culturales, sociales y jurídicos diversos.

#### Integrantes:

Jiménez Guzmán María Lucero, Dra.  
Hernández Pozo María del Rocío, Dra.  
Oswald Spring Úrsula, Dra.  
Ríos Everardo Maribel, Dra.  
Salinas Sosa Mario, Mtro.  
Velázquez Gutiérrez Margarita, Dra.





## Estudios de lo imaginario

Cuyas investigaciones tienen como objetivo el estudio hermenéutico de los aspectos y la evolución de las imágenes, los mitos, los símbolos y los arquetipos inscritos en el proceso de una cultura, una época o un creador.

### Integrantes:

Solares Altamirano Blanca Estela, Dra.  
Figueroa Castro Óscar Carlos, Dr.



## Estudios en población

En el que se abordan el análisis del estado actual y evolución de la población mexicana, así como la vinculación histórica entre la dinámica demográfica y las transformaciones sociales, económicas, políticas y culturales. Dentro de este programa se integra el Área de estudios sobre migraciones y transformaciones sociales, en el que se promueve y desarrolla un proceso de investigación innovador, con temáticas y metodologías de frontera sobre los temas contemporáneos en materia migratoria.

### Integrantes:

Casique Rodríguez Irene, Dra.  
Chávez Galindo Ana María, Dra.  
Hernández Bringas Héctor Hiram, Dr.  
Lozano Ascencio Fernando, Dr.  
Menkes Bancet Catherine, Dra.  
Núñez Fernández Leopoldo, Mtro.  
Pedrero Nieto Mercedes, Dra.  
Rivera Sánchez María Guadalupe Liliana, Dra.



## Estudios regionales

En el cual se busca realizar investigación de procesos socio-territoriales en ámbitos locales, regionales y globales desde una perspectiva espacial.

### Integrantes:

Delgadillo Macías Javier, Dr.  
Ávila Sánchez Héctor, Dr.  
Lugo Olmos Igor, Dr.  
Olivera Lozano Guillermo, Mtro.  
Rodríguez Hernández Francisco, Mtro.  
Uribe Iniesta Rodolfo, Dr.  
Valdivia López Marcos, Dr.

## Cultura, política y diversidad

cuyo propósito es mostrar la importancia estratégica que tiene la cultura, para diseñar políticas orientadas a mejorar la calidad de vida en los ámbitos regionales y comunales, en contra de las tendencias neoliberales y globalizadoras, que tienden a deteriorar las capacidades de decisión colectiva sobre los recursos culturales endógenos. En este programa se encuentra el Laboratorio de cultura sentimental y ética de la convivencia, que tiene como finalidad ensayar estudios y reflexiones, disciplinarios y multidisciplinarios, basados en una perspectiva de la sensibilidad y la lógica afectiva como productores de cultura en sí misma.



### Integrantes:

Amescua Chávez Cristina, Dra.  
Arizpe Schlosser Lourdes, Dra.  
Capello García Héctor Manuel, Dr.  
González Pedrero Enrique, Lic.  
Moctezuma Navarro David, Lic.  
Rosales Ayala Silvano Héctor, Dr.  
Serrano Oswald Serena Eréndira, Dra.  
León Vega Emma, Dra.



## Estudios socioambientales

En el que, a partir del análisis de los procesos históricos y actuales de sus características bioculturales, sociales, ecológicas, tecnológicas, económicas, políticas e institucionales, se proponen contribuir al conocimiento, así como a elaborar propuestas de política pública, de participación ciudadana y de carácter educativo-ambiental que contribuyan a mejorar la calidad de vida, los ecosistemas y el potencial evolutivo de la naturaleza.

### Integrantes:

Argueta Villamar Jorge Arturo, Dr.

Arroyo Quiroz Inés, Dra.

Ceccon Eliane, Dra.

De la Mora de la Mora Gabriela, Dra.

Durand Smith Marcia Leticia, Dra.

García Barrios José Raúl, Dr.

Ordóñez Díaz María de Jesús Hermenegilda, Dra.

Paz Salinas Ma. Fernanda, Dra.

Viesca Arrache María Martha, Mtra.



## Violencia(s), derechos y salud

Que se propone contribuir al desarrollo del conocimiento dentro del campo de las ciencias sociales al abordar, desde una perspectiva multidisciplinaria y multimetodológica los fenómenos de la salud, las violencias y los derechos en México.

### Integrantes:

Agoff Boileau María Carolina, Dra.

Castro Pérez Roberto, Dr.

Erviti Erice Joaquina, Dra.

Frías Martínez Sonia, Dra.

## Investigaciones en gobierno y políticas públicas

El cual se propone constituirse en un espacio de estudio de gobierno en sus tres instancias, federal, estatal y municipal; estudio de las relaciones Estado-sociedad a nivel nacional, regional, estatal y local; realizar diagnóstico, construcción, implementación y evaluación de políticas públicas en estas mismas instancias; la construcción de modelos regionales y locales de Gestión y Gobierno; al tiempo de generar una herramienta de seguimiento de gobierno y políticas públicas, para constituirnos en un referente nacional en la investigación y formación multidisciplinaria.

### Integrantes:

Tapia Uribe Faustino Medardo, Dr.





Instituto de Biotecnología  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Instituto de Biotecnología  
[www.ibt.unam.mx](http://www.ibt.unam.mx)



Instituto de Ciencias Físicas  
[www.fis.unam.mx](http://www.fis.unam.mx)



Centro de Ciencias Genómicas  
[www.ccg.unam.mx](http://www.ccg.unam.mx)



Instituto de Energías Renovables  
[www.cie.unam.mx](http://www.cie.unam.mx)



Centro Regional de  
Investigaciones Multidisciplinarias  
[www.crim.unam.mx](http://www.crim.unam.mx)



Instituto de Matemáticas, Unidad Cuernavaca  
[www.matcuer.unam.mx](http://www.matcuer.unam.mx)



**UNAM**  
CAMPUS MORELOS

Unidad de Vinculación y  
Transparencia de Tecnología  
UNAM, Campus Morelos

Dra. Isabel Olalde Quintanar  
[iolalde@morelos.unam.mx](mailto:iolalde@morelos.unam.mx)  
+52 777 329 0882  
[www.unam.morelos.mx](http://www.unam.morelos.mx)