



—— Proyectos de ——  
**ALTO IMPACTO**  
del Tecnológico de Monterrey





Tecnológico  
de Monterrey

**EGADE BUSINESS SCHOOL**

10



**Dra. Ma. de Lourdes Dieck Assad**  
Decana de  
EGADE BUSINESS SCHOOL

- 12 | El compromiso es con la sostenibilidad
- 14 | El valor de los residuos para innovar
- 16 | Empleo digno en América Latina
- 18 | Educar para emprender

**ESCUELA DE GOBIERNO Y TRANSFORMACIÓN PÚBLICA**

22



**Dr. Alejandro Poiré Romero**  
Decano de la Escuela de Gobierno y Transformación Pública

- 24 | El desafío: mitigar la pobreza en el mundo
- 26 | La transparencia convertida en política pública
- 28 | Desarrollo económico. Una metodología 'de exportación'
- 30 | El reto de imaginar e identificar oportunidades
- 32 | Seis acciones para transformar la vida de las personas
- 34 | Cómo fortalecer las instituciones de seguridad y justicia

**ESCUELA DE MEDICINA**

38



**Dr. Jorge Valdez García**  
Decano de la Escuela de Medicina

- 40 | Adiós a los trasplantes de córnea
- 42 | Vitamina para el corazón
- 44 | Diagnosticarán el cáncer de mama con innovador sistema
- 46 | Tres formas de atacar la insuficiencia cardiaca
- 48 | Diseñan fármaco para enfermedad de los ojos

**ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS**

52



**Dr. Manuel Zertuche Guerra**  
Decano de la Escuela de Ingeniería y Ciencias

- 54 | Una solución computacional a los problemas complejos de la industria
- 56 | Curan enfermedades con plantas mexicanas
- 58 | Energía con la fuerza del viento
- 60 | Robot que rehabilita a niños con autismo
- 62 | Industrias seguras
- 64 | Volver a caminar
- 66 | Nanotecnología para el ambiente
- 68 | De lo más grande a lo más pequeño
- 70 | Biotecnología para la seguridad alimentaria

**ESCUELA DE EDUCACIÓN, HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES**

74



**Dr. Inés Sáenz Negrete**  
Decana de la Escuela de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales.

- 76 | ReEnseñar la ciencia
- 78 | Forjando ciudadanos propositivos
- 80 | Democratizar el conocimiento
- 82 | Atender a quien más lo necesita
- 84 | Al rescate del patrimonio cultural

## Proyectos de Alto Impacto del Tecnológico de Monterrey

El Tecnológico de Monterrey se enfoca en la formación de líderes emprendedores, comprometidos con la ciudadanía y la ética, y competitivos internacionalmente. Nuestra Institución tiene un compromiso con la investigación, la cual constituye una prioridad para que:

- Contribuya de manera significativa a la calidad académica de nuestro proceso de enseñanza-aprendizaje (Formar).
- Convierta el conocimiento científico y tecnológico en soluciones innovadoras que beneficien a la sociedad (Innovar), y
- Transforme, a través de la generación y transferencia de conocimiento, a las comunidades en lo económico, político y social (Trascender).

Y de esta manera, contribuya al posicionamiento internacional de la Institución en la investigación. Para lograrlo, el Tecnológico de Monterrey ha diseñado el plan de investigación-acción “Investigación que Transforma Vidas”.

Este modelo se basa en la colaboración interdisciplinaria, y un ecosistema abierto de innovación que involucra a la academia, a los investigadores, y a los alumnos de pre y posgrado. Así mismo, este modelo da cabida a investigadores nacionales e internacionales.

“Investigación que Transforma Vidas” busca generar soluciones innovadoras para lograr un desarrollo económico, social y sostenible en México.

Se han creado 41 Grupos de Investigación de Enfoque Estratégico que orientan su labor científica a la solución de retos específicos en sus disciplinas de estudio.

Estos grupos, conformados por investigadores adscritos al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Conacyt, han enfocado sus fortalezas científicas y educativas hacia líneas de investigación específicas. Nuestros investigadores se han estructurado en cinco Escuelas Nacionales de Posgrado:

- EGADE Business School
- Escuela de Gobierno y Transformación Pública
- Escuela de Medicina
- Escuela de Ingeniería y Ciencias
- Escuela de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales

Esta publicación muestra algunos de los proyectos científicos más relevantes que se encuentran desarrollando nuestros investigadores.



**Dr. Arturo Molina Gutiérrez**  
Vicerrector de Investigación,  
Posgrado y Educación  
Continua  
Tecnológico de Monterrey



---

**Editor:**  
Francisco J. Cantú Ortiz

**Diseño Editorial:**  
Milton E. Rodríguez Marín

**Contenido:**  
Sandra Yebel Durón Villaseñor  
Michael Rodrigo Ramírez Vázquez  
Ana Gabriela Faz Suárez

**Fuentes de Información:**  
Decanos e investigadores de las Escuelas Nacionales de Posgrado



**EGADE  
BUSINESS SCHOOL**



**E**GADE Business School contribuye a la productividad y la actualización de las formas de hacer negocios en las empresas a través de la producción de modelos de negocio que ofrecen alternativas innovadoras y sostenibles.

La productividad científica está siendo apoyada desde diversos ángulos. A través de la conformación de nueve Grupos de Investigación de Enfoque Estratégico (GIEE), que integran líderes académicos reconocidos internacionalmente, profesores, alumnos doctorales y posdoctorantes de diversas instituciones, se apoya la misión del Tecnológico de Monterrey de desarrollar la visión global y competitividad internacional de sus egresados.

Asimismo, mediante el desarrollo de capital relacional internacional (networking), la Escuela incrementa y enriquece su acervo de talento, elevando la calidad docente y de investigación, incorporando puntos de vista de otras latitudes y modelos de países desarrollados que pueden ser adaptados y/o adoptados por nuestra Institución y nuestro país, y profundizando en esquemas de sostenibilidad para que las empresas participen de su entorno con responsabilidad social.

La Escuela ha avanzado en la organización de los nueve GIEE, que ya se encuentran trabajando y produciendo investigación con los profesores distinguidos internacionales, invitados por cada grupo para promover entre

**“El Tecnológico de Monterrey ha tomado una iniciativa sistémica para, a través del apoyo a la investigación, convertirse en una institución que no solo privilegia la docencia, sino también la generación de conocimiento”.**

profesores y alumnos una visión vanguardista sobre la forma de generar conocimiento en su área respectiva.

Este nuevo conocimiento tendrá un impacto en los modelos innovadores de educación que ofrecemos. EGADE Business School ha sido punta de lanza en modelos innovadores de educación, como por ejemplo el esquema de team teaching entre académicos y practitioners, que ofrece una visión teórico-práctica a los alumnos y acerca la realidad de los negocios al salón de clases.

Con nuestros programas académicos, y con la publicación y difusión de los productos de investigación, contribuimos al liderazgo en la creación de respuestas y de modelos que serán

aplicados por empresas y organizaciones, así como a la reputación internacional como generadores de conocimiento relevante y útil.

Estas y otras iniciativas de la Escuela, en conjunto, estimulan la investigación, la calidad educativa y el posicionamiento institucional del Tecnológico de Monterrey.

**Dra. María de Lourdes Dieck Assad**

Decana  
EGADE Business School  
mldieck@itesm.mx



En 2013, Walmart ahorró **150 millones** de dólares gracias a programas de sostenibilidad, como el reciclaje y separación de residuos, y a la inversión en energías alternativas

## EL COMPROMISO ES CON LA SOSTENIBILIDAD

El problema número uno a nivel mundial en prácticas de sostenibilidad es el desconocimiento empresarial sobre el tema, y por ende, un compromiso incompleto con esta práctica que resulta ya impostergable.

Para solucionar la problemática global causada por industrias y empresas que todavía no son conscientes de los daños medioambientales causados por la contaminación industrial, el Dr. Gerardo Lozano, y el Mtro. Francisco Layrisse, integrantes del Grupo de Enfoque en Innovación Social, han trabajado desde hace varios años en una investigación que derivó en la creación de un proyecto para la formación ejecutiva en una cultura de sostenibilidad.

El objetivo del programa es desarrollar en los colaboradores una visión

sostenible y permeable a todos los niveles de la organización, mediante la construcción de ideas para el ahorro y maximización de recursos de las diversas áreas que conforman su estructura.

Este proyecto de sostenibilidad corporativa pretende abordar dos preguntas básicas: ¿Qué es sostenibilidad? ¿Qué se puede hacer para que las empresas se comprometan con esta cultura?

Para responder estas interrogantes se diseñó un esquema flexible para todos los niveles de una organización, sin importar el giro de la misma.

La dinámica se basa en una alianza con las empresas interesadas para ayudarlas a que, durante el tiempo de capacitación, se viva la sostenibilidad plenamente, y así, a través de información y aplicación de conceptos clave, se logre crear una verdadera cultura de sostenibilidad.

Con la implementación de esta metodología estructurada para abarcar diversas áreas dentro de una organización, se logra llevar a las em-

presas a un siguiente nivel en el tema de la sostenibilidad, con propuestas generadas por ellos mismos durante el tiempo que lleva la capacitación, y logrando una participación activa e integrada.

Algunos beneficios del programa son: la generación de ideas a través de la búsqueda de ahorro de recursos y maximización de beneficios; la aceleración del cambio organizacional gracias a un formato de aprendizaje rápido e innovador; la efectiva

difusión de los principios de sostenibilidad; el desarrollo de una visión sostenible que promueva un equilibrio económico, medioambiental y social; y un aprendizaje aterrizado a través de ejercicios personalizados aplicados a problemáticas específicas.



## EL VALOR DE LOS RESIDUOS PARA INNOVAR

Impulsar la creación de riqueza regional desde un entorno de innovación y tecnología que represente un crecimiento en todos los sentidos, y promover el desarrollo al recuperar y generar los elementos básicos del desarrollo comunitario sustentable, es el rumbo en el que trabaja el Dr. Carlos Scheel, del Grupo de Enfoque en Innovación Social.

El proyecto de Creación de Riqueza Sustentable por Innovación y Tecnología, (SWIT por sus siglas en inglés) está constituido por tres grandes conceptos: micro, meso y macro. A partir del análisis del crecimiento económico y las condiciones sociales y medioambientales de las regiones donde operan las empresas y los actores involucrados, se trabaja en todos los niveles.

A nivel micro, se analizan las cadenas lineales de los productos básicos de la región, por ejemplo, una región que produce café, autopartes, azúcar, palma africana, etc.

En la primera etapa, llamada ZRIES (zero-value residues industrial ecology systems) se toman los residuos de las cadenas productivas de la región y se “circularizan”, es decir, a partir de esos residuos se generan nuevos emprendimientos, como por ejemplo, el generado con los residuos de la industria del café, con los que se obtienen nuevos productos como camisetas.

En el segundo nivel del proyecto, se actúa sobre las cadenas productivas. Por ejemplo, si en una región existen dos o tres cadenas productivas, cada una de ellas se “circulariza” otra vez y se unen, de manera que los residuos de una se convierten en insumos de la otra. Así, el llamado “Circular Value Ecosystem” incentiva, más que a una cadena de residuos, a toda una región.

El tercer nivel de este estudio trata

de cómo se impacta a la región con las acciones implementadas en los dos niveles anteriores. Esta etapa, conocida como Innovacities, busca desarrollar la actividad económica, medioambiental y social. Con este proceso se genera innovación centrada en todo el sistema, no en un producto.

Que las regiones generen inclusión, continuidad y efectividad en su desarrollo humano, es precisamente el objetivo al que se quiere llegar, y para ello, el crecimiento debe estar alineado con el crecimiento económico, social y medioambiental. Así es como se crea una región autosustentable.

Este proyecto ya cuenta con metodologías publicadas, e incluso aplicadas en diversas comunidades y ciudades de América Latina, como Medellín (Colombia), en donde ya se han desarrollado planes de ciencia, tecnología e innovación para hacer clústeres para desarrollar los tres ejes.

Para conocer más acerca de Innovación Regional puede consultar: <http://www.swit.mx/>.



6  
elementos básicos existen  
para el desarrollo comunitario  
sostenible: salud, energía, tierra,  
alimentos, vivienda y agua





## EMPLEO DIGNO EN AMÉRICA LATINA

Cualquier producto que llega a nuestras manos hoy en día, proviene de una cadena de producción global que involucra a muchas empresas y personas, para bien o para mal. ¿Cómo saber si con nuestra decisión de compra ayudamos o perjudicamos a los trabajadores involucrados en el proceso de manufactura?

Con el análisis de las prácticas de derechos humanos y empleo digno en las organizaciones multilatinas, la Dra. Anabella Dávila y el Dr. Benjamín Rodríguez, del Grupo de Enfoque en Estrategia y Administración de las Organizaciones en Economías Emergentes, examinan las condiciones laborales que prevalecen en estas grandes corporaciones y si incurren, o no, en prácticas no adecuadas para sus empleados, como por ejemplo, el empleo infantil, la discriminación o la esclavitud laboral.

Este proyecto de investigación sobre la responsabilidad de las multilatinas en la gestión de las personas en toda la cadena de suministro abarca tanto las organizaciones como sus proveedores, ya que de esta manera es posible generar un círculo global de respeto por el empleo y sus prácticas.

En algunas ocasiones, las condiciones estructurales de las economías emergentes propician la existencia de lugares donde no se respetan los derechos del empleado.

Esta investigación descubrió que las grandes multilatinas están sustituyendo el rol del Estado y están actuando como agentes de cambio institucional, haciendo que se implementen estas prácticas virtuosas para lograr una sociedad más justa y desarrollada.

El proyecto combina dos áreas de investigación, que en conjunto proveen un análisis completo sobre las

prácticas de las grandes empresas de América Latina. Una arista de este trabajo es sobre las prácticas de recursos humanos, y la otra es sobre la administración de las cadenas de suministros.

Desde estos dos ámbitos se explica el rol de las empresas en el mejoramiento de las condiciones y el cumplimiento de los derechos humanos, tanto de sus empleados, como de sus proveedores, logrando replicar estas prácticas virtuosas en toda la cadena de valor.

Es común que se critiquen los países con economías emergentes por sus prácticas débiles o incipientes prácticas de empleo, asumiendo que en un alto porcentaje de ellas no se respetan los derechos humanos, la diversidad, etcétera.

Sin embargo, los estudios obtenidos por el equipo de investigadores arrojan que las multilatinas actualmente están trabajando muy activa y proactivamente con sus proveedores, aun si estos se encuentran en otras



En al menos **18** estados de la República Mexicana los jornaleros agrícolas trabajan en condiciones no adecuadas

partes del mundo, para que se respeten las buenas prácticas laborales, y se garantice un empleo digno.

Sin embargo, los estudios obtenidos por el equipo de investigadores arrojan que las multilatinas actualmente están trabajando muy activa y proactivamente con sus proveedores, aun y si éstos se encuentran en otras partes del mundo, para que se respeten las buenas prácticas laborales, y se

Las 3 etapas del proceso emprendedor son: intención, acción, y administración



## EDUCAR PARA EMPRENDER

Tener más y mejores emprendedores es altamente beneficioso para la sociedad, sobre todo en América Latina. Por consiguiente, un entendimiento profundo sobre la efectividad de los programas de formación en emprendimiento es muy relevante para destinar de manera óptima los recursos utilizados en estos procesos formativos.

El propósito de la investigación del grupo conformado por el Dr. José Ernesto Amorós y la Dra. Marcia Villasana Campos es lograr que la educación para el emprendimiento, específicamente a nivel universitario, sea oportuna. Se requiere de un mayor estudio, sobre todo para cuantificar la incidencia de esta educación a la hora de lograr su objetivo principal: que las personas comiencen un nuevo negocio.

Con este y otra serie de estudios basados en la línea de investigación “Educación para el Emprendimiento” se pretende analizar de forma sistemática el efecto de este tipo de formación en las decisiones de las personas sobre emprender o no.

A la fecha, algunos resultados de investigaciones sobre este tema, que utilizan muestras de diferentes países, son contradictorios, lo que sugiere que el contexto específico es una variable muy relevante para analizar los procesos de enseñanza- aprendizaje del emprendimiento.

Por tanto, se aconseja estudiar con mayor profundidad tanto el cómo se enseña la educación para el emprendimiento, como la evaluación de los esfuerzos que se han hecho hasta ahora. Muchos de los trabajos realizados hasta la fecha son descriptivos, exploratorios o bien de corte trasversal, lo cual da una perspectiva general del fenómeno. Para responder a la

necesidad de profundizar en el tema, esta línea de investigación tiene por propósito explorar la relación entre la forma en que se enseña el emprendimiento y las acciones que se llevan a cabo en su práctica.

Esta exploración se realiza a través del análisis de las tres etapas del proceso emprendedor (intención, acción, y administración de la empresa resultante), hallando que la educación voluntaria en emprendimiento tiene efectos positivos sobre la intención y puesta en marcha de una nueva empresa. En cambio, si la enseñanza es impositiva, se muestran resultados deficientes a la hora de fomentar la intención de crear un negocio, o las acciones para poner en marcha una empresa.

Estos hallazgos demuestran que la educación específica en emprendimiento debe ser voluntaria para arrojar resultados más exitosos.





Escuela de

**GOBIERNO Y  
TRANSFORMACIÓN  
PÚBLICA**



La investigación que se realiza en la Escuela de Gobierno y Transformación Pública tiene la oportunidad extraordinaria de poder ser aplicada para la transformación del entorno público, pues el conocimiento de frontera que se genera tiene la posibilidad de vincular a los servidores públicos, a los tomadores de decisiones y a otros actores que tienen incidencia en el ámbito público.

La investigación aplicada en política pública es crucial. La toma de decisiones basada en evidencias, en experiencias internacionales, en modelos analíticos, en simulaciones matemáticas y probabilísticas es absolutamente indispensable. Las decisiones pueden tener enormes diferencias en términos de su impacto público si no se tienen los modelos

analíticos y técnicos adecuados para poderlas plantear. Esa es la responsabilidad de los Grupos de Enfoque en materia de Gobierno y Política Pública.

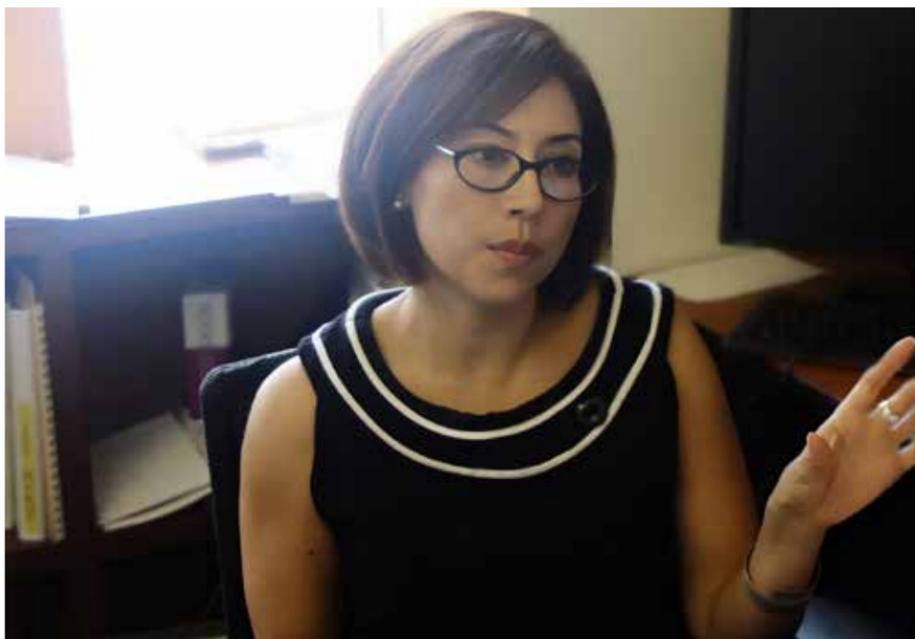
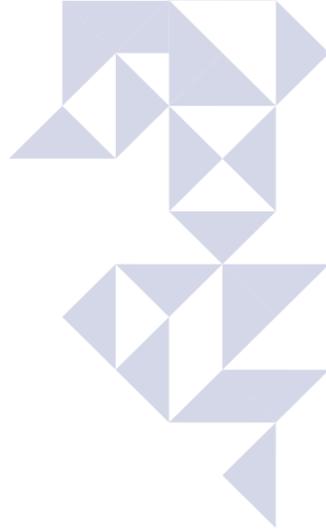
En la EGYTP se desarrollan líneas de investigación estratégicas de política social, democracia y justicia de las instituciones, prosperidad y economía pública, impacto en el desarrollo regional y emprendimiento público. En cada una de estas áreas se cuenta con investigadores de muy alto nivel que están generando resultados relevantes para la transformación de la realidad.

Cada uno de los investigadores está incidiendo en la transformación de lo público con investigación de frontera. El reto es vincular dicha investigación con los tomadores de decisiones que inciden en la política pública del País.

---

**Dr. Alejandro Poiré Romero**

Decano de la Escuela de  
Gobierno y Transformación Pública  
alejandro.poire@itesm.mx



## EL DESAFÍO: MITIGAR LA POBREZA EN EL MUNDO

La pobreza es una situación en que una persona no tiene acceso a los recursos básicos como trabajo, alimento y vivienda. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas, mil 300 millones de personas en el mundo viven en condición de pobreza. Los 20 países más pobres del mundo se encuentran en el continente africano, pero muchos países de Asia y América del Sur también sufren hambrunas de forma periódica, lo que ocasiona que más del 60 por ciento de la población mundial sufra desnutrición, una de las muchas consecuencias.

Para poder combatir la pobreza en el mundo se deben conocer bien sus orígenes y causas, pues existen diferentes factores que contribuyen a perpetuar esta situación de carencia

extrema de los recursos vitales.

Investigadores del Grupo de Enfoque en Política Social, liderados por la doctora Araceli Ortega, tienen un sincero interés por encontrar los determinantes de la pobreza y las soluciones para erradicarla, por ello participan activamente en Nopoor, un consorcio que reúne a 19 instituciones de todos los continentes para investigar las mejores prácticas para combatir la indigencia.

Actualmente, los investigadores analizan grandes temas, como las diferentes dimensiones de la pobreza, el impacto de la política exterior, la inclusión y la exclusión, la educación y la protección social, los escenarios del impacto de desastres naturales en la pobreza, entre otros.

El impacto que tienen estas investigaciones ha sido extenso, ya que cada año se presentan ante stakeholders y organizaciones interesadas en usar dichos hallazgos, como el Banco Mundial, la Unesco, y los Gobiernos de varios países. Además, es una



**1,300**  
millones de personas  
en el mundo viven en  
condiciones de pobreza

prioridad del proyecto entregar la investigación acompañada de reportes de política pública que sirvan para la toma de decisiones encaminadas a mitigar la pobreza.

Este proyecto toma mayor relevancia porque al participar países de Asia, África, América Latina y Europa, se puede comparar qué políticas han funcionado y bajo qué contextos, lo cual ahorra tiempo y mejora la efectividad de las investigaciones y políticas públicas sugeridas.

Por ejemplo, se puede constatar que algunos participantes de África ven los programas antipobreza de México como soluciones a los problemas que enfrentan ellos actualmente,

mientras que otros países de América Latina ven programas de Europa como el siguiente paso, una vez que ya hayan avanzado en programas focalizados.

Nopoor es financiado por la Comisión Europea a través del Marco FP7. México es representado por el Tecnológico de Monterrey. En el equipo liderado por la Dra. Araceli Ortega también participan alumnos desde licenciatura hasta doctorado, e investigadores como la Dra. Marta Ochman, la Dra. Gloria Pérez, el Dr. Gerhard Niedrist, el Dr. Edgar Aragón y la Dra. Laura Valadez.

## LA TRANSPARENCIA CONVERTIDA EN POLÍTICA PÚBLICA



¿De qué manera puede empoderarse al consumidor para que pueda obtener información útil al momento de adquirir un producto o servicio?.

La respuesta está en la transparencia de las empresas públicas y privadas, ya que es una poderosa política pública. Y por esa razón el doctor Jesús Cantú Escalante, con apoyo del Fondo Multilateral de Inversiones del Banco Interamericano de Desarrollo, realizó el Proyecto de Transparencia Focalizada para Pymes.

La transparencia focalizada consiste en la divulgación, por parte de entidades públicas y privadas, de información pública, obligatoria, estandarizada, comparable y desagregada dirigida a una audiencia amplia pero definida, con un propósito público específico

Es, sin duda, un magnífico instrumento de política pública que puede aplicarse a tantos ámbitos como públicos meta se detecten. Hasta hoy, se ha aplicado principalmente para empoderar al consumidor, al dotarlo

de mayor y mejor información para la toma de sus decisiones. Sin embargo, al aplicar la transparencia focalizada a un público, como los pequeños y medianos empresarios, se da un giro y se busca empoderar a los productores, para que éstos a su vez, beneficien al consumidor final; de esta forma la información se convierte en el componente de una política pública de impulso a la economía.

Esta herramienta generalmente requiere muy baja inversión, particularmente en relación a los potenciales beneficios que puede generar, pues -en la mayoría de los casos- lo único que se requiere es sistematizar y presentar la información para atender las necesidades del usuario. Puede convertirse en la política pública con la mejor relación costo-beneficio.

Con este proyecto se identificaron dos hallazgos principales: en primera instancia se encontró que existe mucha información generada por las dependencias gubernamentales que puede ser muy útil para las empresas.



### Hallazgos del Índice de Transparencia Focalizada para Pymes:

- 1) Hay mucha información en los portales, pero dispersa y desorganizada.
- 2) Existe una débil cultura de la transparencia en las empresas.

Sin embargo, dicha información está muy dispersa y en ocasiones desorganizada, lo cual dificulta que los empresarios la ubiquen y le puedan sacar provecho.

Por otro lado, se pudo determinar que existe una débil cultura de la transparencia entre los empresarios, pues un estudio arrojó que menos del 40 por ciento buscó información en los últimos 12 meses, y poco menos de la quinta parte realizó alguna solicitud de información. Esta falta de cultura de la transparencia limita la capacidad para poder obtenerla.

El proyecto de investigación consistió en seis módulos principales:

1. Desarrollo de modelos concep-

tuales para tener claridad sobre la audiencia y proveedores de información. 2. Conocimiento de la oferta y la demanda de la información en 15 dependencias del gobierno federal, 6 gobiernos de entidades federativas, 8 gobiernos municipales y 2 delegaciones del Distrito Federal. 3. Diseño de un instrumento de medición del grado de transparencia focalizada. 4. Aplicación del Índice de Transparencia Focalizada para Pymes en las entidades públicas ya señaladas. 5. Divulgación de los resultados y realización de acciones para diseñar e implementar políticas públicas de transparencia focalizada. 6. Una segunda aplicación del Índice para evaluar los resultados de la política.

Los resultados permitieron delinear ciertos usos prácticos, como delimitar una línea de base para evaluar los resultados de las políticas públicas de transparencia focalizada que diseñan e implementan las autoridades; identificar fortalezas y debilidades de los portales de Internet y sistemas de atención a las solicitudes de información e identificar las necesidades de información del usuario a través de la encuesta con empresarios.

En este proyecto también colaboran Gabriela Cantú Ramos, y Julio Aguilar Valencia, en la coordinación técnica y administrativa.



32

provincias conforman República Dominicana, en las cuales se puso en marcha este proyecto.

## DESARROLLO ECONÓMICO. UNA METODOLOGÍA 'DE EXPORTACIÓN'

De acuerdo con indicadores del Banco Mundial, República Dominicana es el país con la economía más grande de Centroamérica y El Caribe, y en los últimos 20 años ha sido una de las economías de más alto crecimiento en Latinoamérica, con un promedio del PIB del 5,5 por ciento.

En contraste, y a pesar de este fenomenal desempeño económico, la pobreza hoy en día sigue siendo una problemática fuerte en ese país, un desafío que es necesario atender.

Es por ello que el doctor Amado Villarreal y su equipo de investigadores realizan un proyecto que consiste en adaptar una metodología para la planeación del desarrollo económico

regional, con la cual están identificando las oportunidades en cada una de las provincias de ese país.

Este proyecto arrancó en 2014 y busca transferir el conocimiento generado por esta metodología que ya ha sido aplicada con éxito en varios estados de la República Mexicana, como Nuevo León, Campeche, Coahuila y el Estado de México.

El modelo a transferir es una metodología participativa que obtiene información de los sectores clave mediante estudios cualitativos y cuantitativos. Al ser el desarrollo económico un tema muy amplio que incluye aspectos como el desarrollo social, institucional, empresarial y hasta la

medio ambiente, esta metodología permitirá ir localizando y afinando los ejes económicos con mayor potencial.

La puesta en marcha de este proyecto comenzó con un recorrido por la mayoría de las 32 provincias que conforman el país, iniciando por las provincias de la periferia, en donde hay mucho potencial turístico, y terminando por las provincias del centro, que es en donde se encuentra la parte más industrial.

Los investigadores hallaron que la realidad del país es diversa y que cada provincia tiene diferentes identidades, problemáticas y distintos requerimientos de infraestructura para potenciar su desarrollo. Por lo tanto, la implementación de este modelo es diferente en cada zona.

El estudio ha logrado identificar y definir sectores clave por provincias, como la manufactura y el turismo, así como requerimientos transversales en regiones, es decir, que en varias provincias persisten los mismos requerimientos para el desarrollo, como la

infraestructura para la transportación de agua, el tratamiento de aguas residuales, y requerimientos importantes de energía, los cuales son elementos básicos si se desea impulsar cualquier sector productivo.

El impacto y la aceptación de esta metodología es tan alta que ya ha sido adoptada por el Ministerio de Economía de República Dominicana para integrarla en su estrategia económica nacional y en la elaboración del Plan de Desarrollo Regional, que permitirá elevar la competitividad del país y enfocar los esfuerzos hacia sectores específicos.

Con este proyecto se podrán fincar estrategias de desarrollo industrial, pero la intención no es solamente participar en el diseño de políticas industriales y de innovación, sino darles las herramientas estratégicas para sofisticar aún más su economía. Esto implica identificar sectores estratégicos en las regiones pertinentes y focalizar medidas de política regional y sectorial para lograr un país cada



vez más protagonista en sus sectores productivos, a través de los diferentes actores económicos en cada región.

En conclusión, se trata de una transferencia de conocimientos para una mejor planeación del desarrollo económico regional y para un buen diseño de políticas que permitan ele-

var la competitividad de las provincias y sus municipios. La experiencia en República Dominicana será el antecedente para posteriormente replicar el modelo en otros países como Costa Rica, El Salvador y Cuba.



## EL RETO DE IMAGINAR E IDENTIFICAR OPORTUNIDADES

Las tiendas de apps como Apple Store surgieron en el 2008 ante la comercialización de los smartphones y el incremento de su uso. Siete años después de su creación, Apple Store, que comenzó vendiendo 500 apps, ya cuenta con más de un millón de aplicaciones en venta. ¿Qué significa esto? Que alguien supo identificar y aprovechar la oportunidad de generar y vender aplicaciones capaces de resolver problemas de la vida cotidiana.

El reto para identificar una oportunidad está en la imaginación, pues en la actualidad la creatividad ya no es suficiente; se necesita ingenio para crear algo nuevo (inventar) e ir más allá de la invención (innovar). Además, con imaginación se crea valor y se logra responder a las demandas de la sociedad.

Con esta filosofía y en aras de tener

un rol más proactivo en el desarrollo del país y de sus regiones, el Tec de Monterrey creó el Observatorio Estratégico Tecnológico (OET) un proyecto que está orientado a la identificación de oportunidades de negocios en todos los estados de la República.

Este Observatorio, creado por el Dr. Amado Villarreal y su equipo de investigadores, con el apoyo de grupo Femsas, es un sitio que permite el acceso a información relevante para identificar las oportunidades de negocio en el contexto en que éstas se presentan. De esta forma, promueve la innovación empresarial y fomenta un espíritu de investigación para que cada usuario pueda hacer su búsqueda de oportunidades de acuerdo a sus intereses particulares.

Los servicios que ofrece están dirigidos a un público conformado

por familias emprendedoras, empresarios y demás público emprendedor. Los servicios se brindan de manera gratuita y directa con el fin de enriquecer el programa emprendedor y los proyectos de desarrollo regional de la Institución.

Cabe hacer mención que surgió de un proyecto previo titulado Identificación de Oportunidades Estratégicas para el Desarrollo de México, en el cual participaron más de 150 profesores, investigadores y alumnos, quienes identificaron siete regiones estratégicas en los 32 estados de la República Mexicana.

A través del Observatorio se promueve la innovación, el emprendimiento y la generación de ideas de alto valor agregado, pues se ofrecen las herramientas hacia el emprendimiento tecnológico que requiere el país. Asimismo, en este portal los interesados tienen información sobre las inversiones que se están haciendo en otras regiones, de los mercados, de los productos y servicios, etcétera.

*Para el OET no hay retos técnicos o tácticos, hay retos estratégicos hacia nuestros límites como humanos y hacia nuestros deseos para transformarlos en una posibilidad. Es el reto de la imaginación. Página web del Observatorio: oet.itesm.mx*



Las megatendencias detectadas por el Observatorio Estratégico Tecnológico son:

### Megatendencias Sociales:

1. Consumidor ecológico
2. Educación personalizada, vitalicia y universal
3. El mundo: un gran centro de comercio
4. Gestión de bienes y gobernanza global
5. Mercadotecnia personalizada
6. Nueva estructura demográfica y familiar
7. Salud tecnológica
8. Virtualidad cotidiana

### Megatendencias Tecnológicas son:

1. Sistemas ópticos
2. Biotecnología agrícola
3. Biotecnología médica
4. Células, tejidos y órganos artificiales
5. Computadoras de alto rendimiento
6. Inteligencia artificial
7. Materiales inteligentes e Ingeniería de superficies
8. MEMS (sistemas micro-electro-mecánicos).
9. Micro y nanotecnología
10. Nuevas tecnologías energéticas
11. Realidad mixta
12. Tecnologías inalámbricas

## SEIS ACCIONES PARA TRANSFORMAR LA VIDA DE LAS PERSONAS

Más de 800 municipios del País tienen un alto grado de pobreza. Un reporte del Consejo Nacional de Población indica que más de 26 millones de mexicanos viven en situaciones de alto o muy alto grado de marginación, y entre sus necesidades más apremiantes están la salud, la nutrición, la educación, el agua y la vivienda.

En un intento por mejorar la calidad de vida de quienes conforman la base de la pirámide, es decir, los segmentos de población con mayores índices de pobreza, los doctores Carlos Brambila y Arturo Molina pusieron en marcha un ambicioso proyecto cuyo impacto ha sido muy grande debido a su enfoque multidisciplinario.

Las metas que tiene trazadas este proyecto son claras: reducir la desnutrición en niños menores de 5 años; ampliar las opciones de generación de ingreso y empleo; mejorar las habilida-

des lectoras, matemáticas y de razonamiento científico; reducir la mortalidad materno-infantil y el embarazo adolescente y mejorar el tratamiento de desechos sólidos.

Para cumplir estos propósitos, se llevaron a cabo seis grandes acciones de diferentes disciplinas científicas, que fueron puestas en marcha en 10 comunidades ubicadas en tres municipios del estado de Puebla: Izúcar de Matamoros, Ahuacatlán y Cuautlauxingo, las cuales lograron impactar a una población total de 2,100 personas.

La primera acción fue en el ámbito de la salud, Telemedicina, y consistió en desarrollar tecnologías digitales con sistemas de alarmas para reducir la mortalidad materna y neonatal.

De esta forma, parteras y comadronas pueden informar a las clínicas más cercanas sobre cada embarazo

registrado e identificar casos de alto riesgo obstétrico o posibles complicaciones del embarazo o parto. Estas alarmas involucran a las familias, a las comunidades y a los diversos niveles de atención médica.

La segunda acción para mejorar la calidad de vida fue Nutre Tec, que consiste en aplicar la Biotecnología para diseñar alimentos que reducen la desnutrición en niños recién nacidos y hasta los 5 años. Nutre Tec es un suplemento alimenticio diseñado por el doctor Sergio Serna, y tiene las características de ser un producto de bajo costo que proporciona un balance de proteínas, vitaminas y minerales. Las pruebas de campo demuestran que Nutre Tec reduce la desnutrición en niños en un periodo de dos meses.

En el ámbito de la cultura digital se llevó a cabo el proyecto Mati-Tec, que son tecnologías digitales para mejorar

las habilidades lectoras y matemáticas de los niños, que además está basado en aplicaciones para teléfonos celulares para resolver problemas matemáticos. Esta aplicación está dirigida principalmente a niños en educación primaria y secundaria. Su fase de prueba incluyó 500 estudiantes, pero gracias al éxito posteriormente se extendió a 2 mil 380 estudiantes de escuelas públicas.

Otro proyecto que se realizó fue la captación de agua de lluvia en zonas áridas, el cual incluye diversas tecnologías para almacenar y distribuir los recursos hídricos para el consumo humano y la producción agrícola. Las trampas de agua de lluvia desarrolladas por investigadores del Tec se instalaron en varias comunidades que ya han logrado ser autosuficientes en recursos hídricos. Con esto, la producción agrícola se incrementó diez veces en un periodo de 5 años.

En el tema de tecnologías de construcción, algunos biotecnólogos han desarrollado innovaciones que permi-

ten construir viviendas sostenibles y seguras, utilizando palma y adobe que son materias nativas en las zonas de mayor carencia en México.

Y con respecto a la producción agrícola y procesamiento de derivados, investigadores del Tec han desarrollado innovaciones para mejorar la producción de pitaya, cacahuete y otros productos nativos en zonas de alta pobreza, como el sureste de México. Actualmente, investigadores y estudiantes del Tec están desarrollando tecnologías de bajo costo para producir antioxidantes a partir de la pitaya, que tiene un alto valor comercial en los mercados internacionales. Los resultados preliminares demuestran un impacto económico positivo en la productividad local de las zonas en situación de pobreza.

Para la realización de este proyecto se estableció un modelo de intervención de cinco pasos a través de los cuales se hizo un diagnóstico de los municipios o comunidades con mayor nivel de marginalidad. Después se

identificaron las tres o cuatro necesidades principales de cada comunidad, para pasar al diseño e implementación de soluciones tecnológicas a los problemas identificados. Este proyecto tendrá continuación en los próximos meses en algunas comunidades de Puebla y Nuevo León

**830**  
municipios de México  
tienen un grado de marginación  
alto o muy alto.



## CÓMO FORTALECER LAS INSTITUCIONES DE SEGURIDAD Y JUSTICIA



El problema de las instituciones de seguridad y justicia en México es que no logran consolidarse, lo cual genera desconfianza entre los ciudadanos.

Por otra parte, las investigaciones científicas que se han realizado hasta ahora en materia de derecho se han orientado al análisis e interpretación de conceptos y leyes, sin que existan estudios sistemáticos sobre cómo materializarlas y medir su impacto real en la población.

Por tal motivo, el doctor Pedro Torres encabeza un proyecto cuyo objetivo es el fortalecimiento de las instituciones de justicia a través de la construcción de puentes que conecten el derecho y las políticas públicas, para que éstas puedan aportar herramientas que funcionen y tengan vida real -y no sólo nominal- en las leyes.

Este proyecto de investigación tiene la certeza de que las políticas públicas integrales son herramientas que pueden ayudar a los actores políticos a tomar decisiones más racionales y argumentarlas con bases objetivas

y razonadas, ya que las decisiones de carácter jurídico también deben estar acompañadas de información confiable.

La seguridad y la justicia son proyectos primordiales para México, y dado que no existe mucha investigación al respecto, este proyecto ha logrado ser muy productivo: se diseñaron nuevos métodos y protocolos de actuación para instituciones, principalmente en las procuradurías y policías, se generaron varias publicaciones en temas de derecho y política pública, y se creó capital humano a través de los alumnos de la Escuela de Gobierno y Transformación Pública, quienes ya están trabajando en las áreas de seguridad y de justicia.

Uno de los primeros aspectos que se plantearon en este proyecto fue el diseño de unidades de análisis de información para homogenizar el material relacionado con los operadores de la justicia, pues lo que existe está muy disperso, no es tratado de forma correcta y, sobre todo, no existen

herramientas eficaces para su tratamiento. Por eso se diseñaron métodos de recopilación y tratamiento de información, para que los tomadores de decisión en las instituciones de justicia y seguridad puedan acceder a ella y tener un panorama más informado antes de tomar decisiones que tengan impacto en un estado, un municipio o en todo el país.

Otro producto surgido de este proyecto de investigación fue la realización de un manual de capacitación para todo el sistema nacional de seguridad pública, el cual es usado como libro de texto por casi 12 mil policías que se capacitan cada año en México. Dicho manual se reparte entre las diversas policías estatales con la finalidad que se homologue la capacitación.

El doctor Torres y su equipo de investigadores también colaboraron en el diseño de los protocolos de protección a mujeres y niños, que fueron elaborados para los centros de justicia para la mujer que se crearon en el estado de Aguascalientes. Estos

protocolos tienen un perfil multidisciplinario.

Todas las actividades realizadas en este proyecto resultan altamente inspiradoras, ya que no hay nada más importante en un estado democrático que mejorar las condiciones de vida de sus ciudadanos. Este proyecto busca acercar al derecho y a la política pública para que los legisladores, juristas, diseñadores e implementadores de la política pública compartan las herramientas y métodos que ayuden a integrar estas dos disciplinas en beneficio de la consolidación del Estado constitucional de derecho.

También se espera que los resultados de este proyecto sean de utilidad a los legisladores al momento de discutir y confeccionar las leyes. Los libros y artículos publicados, resultados de este proyecto, son una forma de traducir el conocimiento de la EGyTP en cosas reales, para que no se queden en lo abstracto y logren implementarse y dar soluciones específicas a problemas concretos.



Este proyecto de investigación ha generado:

6  
libros

6  
artículos arbitrados

7  
publicaciones

8  
artículos de divulgación



Escuela de

**MEDICINA**



**C**uidar la salud es la misión de la Escuela de Medicina, y para ello asume tres propósitos: la atención de pacientes, la investigación y la docencia. De esta forma, a través de los Grupos de Investigación de Enfoque Estratégico se desarrollan actividades orientadas al diagnóstico, al tratamiento y a la prevención de enfermedades.

Nuestro trabajo de investigación tiene dos enfoques: la medicina traslacional, a través de la cual todo el

trabajo que se hace en el laboratorio es aplicable a la solución de problemas de los pacientes y tratamientos de las enfermedades. Y la investigación clínica, es decir, el desarrollo de tratamientos innovadores y técnicas quirúrgicas. Además, la investigación está vinculada a la industria farmacéutica, pues se desarrollan tratamientos innovadores para más de cinco laboratorios farmacéuticos.

La Escuela de Medicina tiene una responsabilidad social muy grande y

“Los Grupos de Enfoque de la Escuela de Medicina, integrados por profesores investigadores, alumnos de pregrado, posgrado y posdoctorales han sabido ligar la práctica profesional con la actividad docente e investigadora, logrando conformar un ecosistema de investigación que ha tenido excelentes resultados. Con este ecosistema hemos generado medios muy ricos que permiten desarrollar proyectos científicos de alto nivel, algunos de los cuales se presentan aquí”.

persigue la misión del TecSalud que es: “Cuidamos tu salud mejor que nadie, formando excelentes profesionales”. Por eso todos los alumnos están ligados a la investigación, lo cual es un gran diferenciador con otros hospitales. Sabemos que la mejor manera de formar a los alumnos de Medicina es mediante la atención de pacientes y con la guía de los mejores profesores inspiradores.

**Dr. Jorge Valdez García**

Decano de la Escuela de Medicina  
[jorge.valdez@itesm.mx](mailto:jorge.valdez@itesm.mx)



## ADIÓS A LOS TRASPLANTES DE CÓRNEA

Las enfermedades de la córnea son la tercera causa de ceguera a nivel mundial, después de la catarata y el tracoma, y cada año surgen medio millón de casos nuevos. El trasplante es una solución a este problema, pero el incremento de casos y la escasez de donadores provocan una situación emergente.

Esta problemática podrá resolverse con un proyecto de investigación que consiste en un sistema de cultivo para la expansión in vitro de células del endotelio corneal, que realiza el doctor Jorge Valdez, investigador del Instituto de Oftalmología y Ciencias Visuales, y del Grupo de Enfoque en Innovación Clínica.

Este proyecto representa una alternativa para evitar los trasplantes de córnea, pues permite que con el tejido obtenido de un solo donador puedan

beneficiarse potencialmente hasta 10 pacientes, gracias a los avances en materia de terapia celular e ingeniería de tejidos.

Actualmente, los investigadores han logrado expandir in vitro las células que se encuentran en la capa más interna de células de la córnea (endotelio corneal), que es la encargada de mantener la hidratación y claridad de este tejido. También se están desarrollando modelos experimentales en animales, en donde ya lograron hacer crecer las células y consiguieron que se multiplicaran.

Las células del endotelio corneal permiten que la córnea del ojo sea transparente, pero cuando ésta se daña debido a una enfermedad, un traumatismo o una ulceración, se requiere de un trasplante de córnea completo.

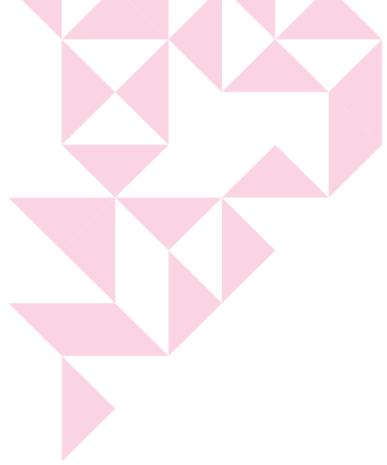
Este sistema de cultivo de dos fases ofrece ventajas sobre otros medios de cultivo para la bioingeniería de córnea, pues permite la proliferación de células en un corto periodo, lo cual es apremiante dado que el traumatismo ocular y las úlceras corneales son responsables de que un millón y medio de personas en el mundo sean invidentes. De hecho, la úlcera corneal

recientemente ha sido reconocida como una epidemia emergente.

Esta investigación fue galardonada con el Premio a la Investigación Médica “Dr. Jorge Rosenkranz”, que otorga la fundación Roche México para reconocer la innovación científica. Junto con el Dr. Valdez también fueron premiados la doctora Judith Zavala, el doctor Carlos Alberto Rodríguez y el doctor Víctor M. Treviño.



500 mil  
casos de enfermedades  
de la córnea surgen cada año



## VITAMINA PARA EL CORAZÓN



Casi el 80 por ciento de la población en México tiene deficiencia de vitamina D, lo cual está asociado con diferentes enfermedades como hipertensión, diabetes, infartos, derrames cerebrales o enfermedades autoinmunes.

Un estudio hecho por la doctora Luz Leticia Elizondo, del Grupo de Enfoque en Medicina Molecular ha demostrado que la ingesta de vitamina D es muy pobre porque, a diferencia de otras vitaminas y minerales, ésta sólo existe en pocos alimentos como la leche, en muy mínima cantidad. La fuente principal de vitamina D es la exposición a la luz solar, porque convierte una vitamina inactiva de la piel en una forma intermedia de vitamina D. Sin embargo, se necesita mucha exposición a la luz solar, tanta que eventualmente podría provocar cáncer de piel.

El siguiente paso en el proyecto de la doctora Elizondo y su equipo de investigadores consiste en suplementar con vitamina D, durante un año, a un grupo de pacientes con insuficien-

cia cardíaca para demostrar si las altas dosis de esta vitamina pueden remodelar los tejidos cardíacos y optimizar las funciones del corazón, mejorando su calidad de vida.

Los estudios previos de la investigación han demostrado que la vitamina D mejora la hipertensión arterial, los niveles de glucosa y ayuda a prevenir enfermedades inflamatorias y ciertos tipos de infecciones.

Lo que se pretende al suplementar vitamina D a estos pacientes, es bajar las sustancias inflamatorias y que producen coágulos, pero además tener un impacto más allá. Se eligieron pacientes con insuficiencia cardíaca grado 3 o 4, es decir, muy incapacitados para su vida diaria, y con deficiencia de vitamina D. Lo que se quiere demostrar es la posible mejoría en su calidad de vida, y además medir cómo mejora su colesterol, triglicéridos, glucosa y otros factores de riesgo que agravan su insuficiencia.

La innovación de este estudio, que no existe en la literatura científica, es la realización de una resonancia mag-



80 %  
de los mexicanos tiene  
deficiencia de vitamina D

nética del corazón al empezar el estudio de investigación y otra al finalizar, para constatar si hay remodelación en las paredes del corazón, las cuales con la insuficiencia cardíaca están muy adelgazadas y no se contraen lo suficiente para expulsar sangre al resto del organismo.

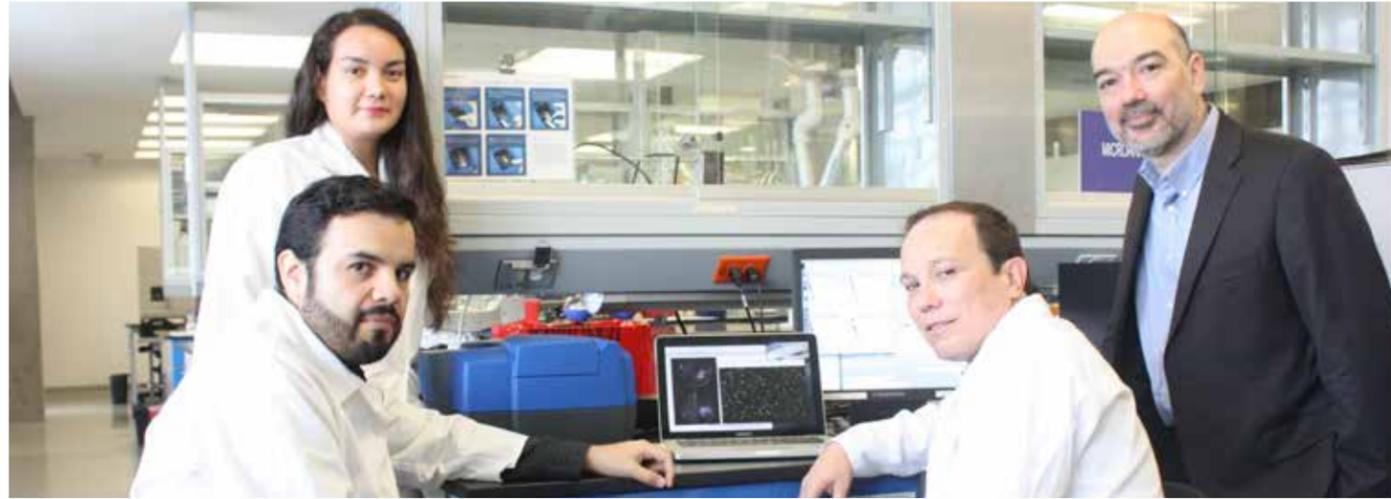
El método ideal para medirlo es la resonancia magnética, un método costoso pero muy fiel para verificar si se modifican los tejidos cardíacos y, por tanto, si se modifica su función.

Los pacientes suplementados con

vitamina D tendrán mediciones cada tres meses para poder observar su evolución. Al terminar el año se volverán a tomar mediciones de todos los parámetros y se les realizará la resonancia para ver cómo se modificó la estructura y la función del corazón.

Existen grandes esperanzas en que esta investigación podrá mejorar la calidad de vida de los pacientes con insuficiencia cardíaca, una enfermedad progresiva y crónica.





## UN INNOVADOR SISTEMA PARA DIAGNOSTICAR CÁNCER DE MAMA

En México, el cáncer de mama es la segunda causa de mortalidad en mujeres. Cada año fallecen más de 3 mil 500 mexicanas por esta enfermedad, la cual es curable si su diagnóstico se

realiza a tiempo, ya que su detección temprana es la base para poder realizar un tratamiento exitoso.

Investigadores de la Escuela de Medicina desarrollan un procedimiento innovador para diagnosticar el cáncer de mama, con una metodología que combina la bioinformática con la radiología, de manera que sirve de herramienta a los médicos para identificar de una forma más objetiva y precisa a aquellas pacientes con mayor riesgo de padecer esta enfermedad.

Lo que propone este innovador método es fusionar la información molecular (es decir, los indicadores de la actividad biológica) con el procesamiento de imágenes, de tal forma que los métodos de la bioinformática sean aplicados a la tecnología de imagen, para después emplear un modelo matemático que arroje información más precisa. Así se podrá detectar dentro de una imagen en dónde hay más probabilidad de que ocurran las alteraciones celulares.

Generalmente el diagnóstico del

cáncer de mama se hace empleando la radiología. La idea de aplicar la bioinformática tiene la finalidad de apoyar al radiólogo en la toma de decisiones al hacer un diagnóstico.

Pero la información molecular es muy variada, pues integra toda la información genética que determina qué genes están encendidos, cuáles están apagados y cuáles están mutados o alterados. Para lograr traducir esta información, se aplica un proceso computacional que identifica los marcadores, con lo cual esta información tiene un enorme valor para el radiólogo y es de gran ayuda en el diagnóstico clínico.

El doctor Víctor Treviño y su equipo de investigadores y alumnos de posgrado han desarrollado este proyecto de investigación durante los últimos cinco años, el cual ya ha arrojado varios productos científicos, como tesis de maestría y doctorado, y una solicitud de patente.

**3,500**  
mujeres fallecen cada año  
por cáncer de mama en México



## TRES FORMAS DE ATACAR LA INSUFICIENCIA CARDIACA

En México, las enfermedades del corazón constituyen desde hace más de cinco años la primera causa de mortalidad, y dentro de éstas, la insuficiencia cardiaca es una de las causas directas, colocándose como un gran problema de salud pública, cuya prevalencia va aumentando en proporciones epidémicas.

Debido a que en los últimos 20 años no ha surgido una nueva forma de combatir esta enfermedad, investigadores del Grupo de Enfoque en Medicina Molecular, de la Escuela de Medicina, liderados por el doctor Gerardo García Rivas, desarrolla tres nuevas estrategias terapéuticas enfocadas a incidir en dicho padecimiento.

La insuficiencia cardiaca es la incapacidad del corazón de bombear sangre de forma adecuada para satisfacer las demandas del organismo. Este complejo síndrome es provocado por diferentes causas, desde hipertensión, diabetes, infartos o enfermedades virales. Es una enfermedad costo-

sa, incapacitante y potencialmente mortal.

La primera estrategia consiste en proteger las mitocondrias, que son las estructuras subcelulares encargadas de suministrar la energía celular que se requiere para los procesos de contracción y relajación del corazón. Comentó que el proteger la mitocondria, consecuentemente protege la producción de energía y esto tiene un impacto positivo en la enfermedad.

Este tratamiento ya está comprobado y se han publicado varios artículos al respecto. La protección de la mitocondria se ha logrado a través de nanopartículas que tienen como principio activo moléculas de RNA interferente, una tecnología que permite bloquear la expresión de la proteína específica involucrada en el daño, lo cual ha permitido proteger de esta enfermedad a algunos animales de experimentación.

La segunda aproximación aborda la insuficiencia cardiaca cuando ésta tiene un componente inmunológico. Es



decir, cuando las defensas del cuerpo empiezan a producir moléculas que lo afectan. Esto se vuelve en contra del propio corazón y es lo que se denomina una enfermedad autoinmune.

Actualmente se realiza un estudio con roedores para validar la estrategia de cardioprotección, inhibiendo a los linfocitos B, que son las células que están asociadas con la autoinmunidad. Los resultados muestran protección en las pruebas de laboratorio, gracias a ciertas moléculas que disminuyen la actividad de estas células inmunológicas que son dañinas en los estados avanzados de insuficiencia cardiaca. Ya se ha visto la seguridad y eficacia de los fármacos para bloquear esa respuesta inmunológica, y se espera tener las mismas respuestas positivas en los pacientes.

El tercer proyecto se realiza en colaboración con el Centro de Biotecnología FEMSA, y consiste en analizar las moléculas presentes en alimentos que consumen los mexicanos, como el frijol negro, los cuales tienen la

capacidad para evitar que el corazón con insuficiencia cardiaca cambie o se remodele cuando está en condiciones de hipertensión.

Cuando hay un infarto previo, existen células muertas que están formando parte del tejido, las cuales empiezan a remodelarse y generan grandes fibrosis y cicatrices en el corazón. En la insuficiencia cardiaca este mecanismo que en un principio es protector se vuelve crónico y hace que el miocardio cambie completamente su estructura, entonces el paciente que tiene más fibrosis tiene más riesgo de muerte. Lo que se ha descubierto es que ciertas moléculas presentes en el frijol negro y otras leguminosas son capaces de modular la respuesta de la fibrosis e incluso disminuirla.

**26**  
millones de personas sufren  
insuficiencia cardiaca en el mundo.

---

**22**  
investigadores

**4**  
investigadores posdoctorales

**8**  
alumnos doctorales

**9**  
alumnos de maestría

**6**  
tesis de maestría

**3**  
tesis doctorales

**19**  
artículos científicos

---



### ¿Qué es el pterigión?

- Una carnosidad anormal en el tejido ocular.
- Es el tumor ocular benigno más frecuente.
- Puede ser congénito o adquirido.
- Cuando es adquirido, es provocado por exposición a rayos UV, exposición a químicos, sequedad en el ojo, virus o aumento de la edad.



## DISEÑAN FÁRMACO PARA ENFERMEDAD DE LOS OJOS

El pterigión es una enfermedad de los ojos que se caracteriza por el crecimiento anormal del tejido fibrovascular, que puede invadir la córnea, causar inflamación y perjudicar la visión. Esta carnosidad es causada por la exposición a los rayos ultravioleta del sol, y los tratamientos actuales consisten en la extracción quirúrgica del tejido.

Para reducir la recurrencia a la cirugía, investigadores trabajan en un nuevo tratamiento clínico, a través de un fármaco que permitirá eliminar y prevenir esas carnosidades oculares provocadas por el pterigión. Este proyecto es desarrollado por la doctora Judith Zavala, la doctora Bertha Alicia Braba y el doctor Jorge Valdez García, investigadores del Instituto de Oftalmología y Ciencias Visuales y del Grupo de Enfoque en Innovación Clínica.

Este proyecto se basa en el uso de extractos de una planta endémica de la región que ha demostrado poseer actividad antiproliferativa en las células de pacientes con pterigión. Actualmente se están realizando experimentos para determinar las moléculas relacionadas a los procesos de inflamación, vascularización, migración y proliferación celular in vitro. El siguiente paso es desarrollar un modelo animal para probar la eficacia de estos extractos una vez caracterizados.

Cabe destacar que actualmente el tratamiento quirúrgico de esta enfermedad consiste en autoinjertos conjuntivales y membranas amnióticas, combinadas con otras terapias como la radiación y fluoroacil, que reducen la recurrencia de los tejidos.

La patogenia o causas de esta enfermedad se relacionan principalmente con la exposición a los rayos UV. Sin embargo, los mecanismos exactos por los que se forman dichas carnosidades en el ojo no han sido esclarecidos completamente.



El pterigión suele ser asintomático en fases iniciales, pero con su desarrollo suele producir molestias oculares y enrojecimiento del ojo. Además, al crecer sobre la córnea puede modificar su curvatura, produciendo

alteraciones visuales o llegar al eje visual, reduciendo significativamente la visión.

Por ello es importante estudiar los mecanismos moleculares que provocan el crecimiento y la proliferación

del pterigión y otros factores que lo producen, como los virus, el estrés oxidativo, la sequedad y la exposición excesiva a químicos.

La comprensión de la base molecular del pterigión proporcionará nuevas soluciones terapéuticas para su prevención y eliminación. Por tal motivo es indispensable conocer los mecanismos moleculares de esta enfermedad.

El proyecto de investigación de la doctora Zavala se realiza con la colaboración de alumnos de posgrado en la especialidad de Oftalmología.

El grupo de trabajo se ha enriquecido también con la colaboración de otros investigadores de la Institución (del área de Nutracéuticos, Bioinformática y Dispositivos Biomédicos) y de otras universidades (Johns Hopkins University y Universidad de Oviedo).

Sin duda, los trabajos futuros sobre este tema arrojarán más luz sobre la patogenia del pterigión y permitirán mejorar los tratamientos actuales para reducir su reaparición una vez que se extrae quirúrgicamente.





Escuela de

**INGENIERÍA  
Y CIENCIAS**



**E**n los últimos 15 años, la Escuela de Ingeniería y Ciencias le ha apostado fuertemente al desarrollo científico con el objetivo de crear una cultura de investigación. Gracias a ese esfuerzo, se ha consolidado una plataforma productiva de investigación focalizada, lo cual implica un análisis más profundo y de mayor calidad en las propuestas de innovación, que requiere investigadores más agudos y con ideas más profundas, así como experimentos más sólidos.

La investigación es un elemento crítico indispensable del Tec de Monterrey para construir caminos hacia el futuro. Pero la finalidad de este desarrollo científico es impactar

en la sociedad, y para poder tener un impacto mayúsculo, nuestro modelo de investigación está convergiendo en algunas áreas estratégicas con el objetivo de tener mayor profundidad y relevancia.

El nuevo rumbo de la investigación también permite que la innovación se conecte con los sectores productivos de la sociedad, pues un componente muy importante del quehacer científico es el emprendimiento. Muchas de nuestras innovaciones tienen salida vía los nuevos modelos de creación de empresas y nuevos negocios. Así, nuestros alumnos son detonadores no solamente de conocimiento, sino de valor social, creando empleos, productos y procesos para la sociedad.

Vinculando las actividades de investigación con el sector industrial y el ecosistema de emprendimiento, podremos mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas.

Es importante mencionar que la investigación no está separada de la actividad fundamental de la universidad, que es preparar recursos humanos. Por ello, nuestros alumnos participan, coparticipan y en algunos casos lideran esa innovación que les permite adquirir las herramientas que necesitan para dar salida a su creatividad, imaginación, pensamiento crítico e innovación, competencias que están insertas en ese proceso de investigación que produce cosas nuevas y que finalmente trasciende haciendo impacto en la comunidad.

---

**Dr. Manuel Zertuche Guerra**

Decano de la Escuela de Ingeniería y Ciencias  
[mzertuche@itesm.mx](mailto:mzertuche@itesm.mx)

## UNA SOLUCIÓN COMPUTACIONAL A LOS PROBLEMAS COMPLEJOS DE LA INDUSTRIA



Serios problemas prácticos del sector industrial como el empaqueo de objetos, el ruteo de vehículos, la calendarización de eventos y la programación de la producción, tendrán solución con un proyecto de investigación computacional desarrollado por el doctor Hugo Terashima Marín.

Se trata de un desarrollo de modelos de hiper-heurísticas para resolver problemas de optimización, el cual se lleva a cabo dentro de la línea de Sistemas Inspirados en la Naturaleza, el cual se desarrolla dentro del Grupo de Enfoque en Sistemas Inteligentes.

Las hiper-heurísticas, que en los últimos años han recibido mucha atención de la comunidad científica, son métodos de solución de problemas combinatorios de optimización, los cuales cobran relevancia teórica y práctica, por su impacto directo en el sector industrial.

El tópico de hiper-heurísticas es interesante porque con él se buscan métodos generales y eficientes para resolver una variedad de problemas computacionalmente complejos. Dado que no es posible resolver estos problemas de manera óptima en un tiempo razonable, regularmente cada uno de estos problemas tiene un conjunto de algoritmos heurísticos, llamados comúnmente heurísticas, que obtienen soluciones rápidas pero no necesariamente óptimas.

En investigación reciente, se ha comprobado que algunas heurísticas funcionan bien para algunas instancias del problema, pero no muy bien para otras. Es necesario entonces tener métodos más robustos de solución que, dadas las características de la instancia al inicio y durante el proceso de solución, se identifique cuál heurística

es la más apta para resolver esa instancia en cada punto de decisión.

El grupo del Dr. Terashima ha generado una plataforma computacional que utiliza diferentes técnicas como computación evolutiva (algoritmos genéticos, programación genética, sistemas de clasificadores), redes neuronales, sistemas inmunes artificiales, y sistemas de hormigas, en donde algunos tópicos se han investigado para diferentes problemas, dependiendo de su tamaño, dificultad, tipo, caracterización y representación.

El impacto de la investigación radica en la relación directa con la solución de problemas prácticos que existen en el sector industrial y el cual puede salir altamente beneficiado con soluciones que impactan en problemáticas reales.

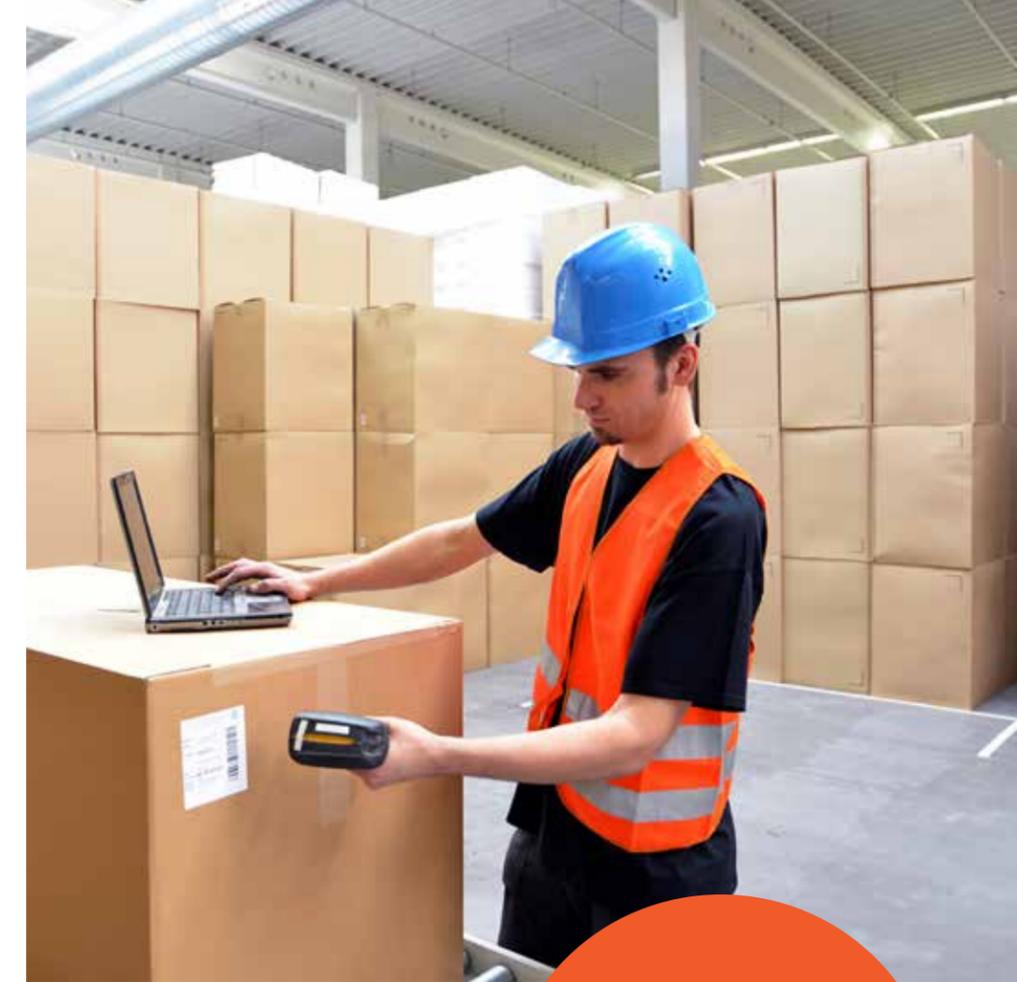
Un ejemplo de su aplicación es el

*El Grupo de Enfoque en Sistemas Inteligentes es uno de los más activos y reconocidos en el tema de las hiper-heurísticas.*

corte y empaqueo de material donde se tiene una serie de piezas de diferentes tamaños y se busca empaocar de manera eficiente en un número mínimo de objetos. Estas aplicaciones pueden aplicarse en la industria de manufactura, vidrio, papel, logística, etcétera.

Otra aplicación es la entrega eficiente de mercancías desde uno o varios centros de distribución a clientes localizados en diferentes lugares, de tal manera que cada unidad en una flota minimice su recorrido, considerando una serie de restricciones.

Durante el curso de la investigación se ha colaborado con grupos e investigadores de diferentes instituciones nacionales y extranjeras como University of Edinburgh, Scotland; Edinburgh Napier University, Scotland; University of Nottingham, England; Univer-



sity of Stirling, Scotland, y Instituto Tecnológico de León.

Los proyectos han permitido formar recursos humanos de posdoctorado, doctorado, maestría y licenciatura, y generar una serie de productos científicos para la disseminación del conocimiento desarrollado.

Conacyt ha financiado 5 proyectos relacionados con las hiper-heurísticas, de los cuales 3 son de Ciencia Básica.



## PLANTAS MEXICANAS QUE CURAN ENFERMEDADES

Enfermedades como el cáncer, la diabetes, la hipertensión, el síndrome metabólico, la obesidad y los padecimientos gastrointestinales van en

aumento, y la situación puede empeorar si no se comienza a incidir en la alimentación.

Afortunadamente, profesores investigadores y alumnos de posgrado del Grupo de Enfoque en Nutriomics hacen investigaciones científicas para comprobar que las plantas mexicanas tienen un enorme potencial y un gran impacto en el beneficio de la salud.

La doctora Janet Gutiérrez se enfoca en el desarrollo y validación de alimentos funcionales, identificando sustancias antioxidantes, anticancerígenas y anticolesterolémicas en alimentos de origen mexicano, como el frijol, el nopal y el agave.

Actualmente, gracias a 10 años de investigaciones, se sabe que el frijol negro tiene propiedades anticancerígenas; y que el nopal y el agave son ricos en antioxidantes, vitaminas, aminoácidos, prebióticos y minerales.

La investigación de la Dra. Gutiérrez consiste en desarrollar ingredientes funcionales que puedan ser incorporados en otros alimentos que también sean estables (como cerea-



les o galletas) para que lleguen a la mayoría de la población, considerando la cadena de frío y lo que ocurre hasta que el alimento llega al consumidor.

Como consecuencia de esta labor investigativa, ya se tienen algunas solicitudes de patente así como patentes aceptadas.

Hasta ahora, se han enfocado en desarrollar alimentos funcionales, que además de nutrir, pueden influir en alguna función biológica y evitar enfermedades.

Sin embargo, al momento de estar descubriendo las moléculas, los investigadores se han percatado del

potencial que éstas tienen para diseñar fármacos.

Por ello, ahora se desarrolla el ingrediente para el alimento y, a la vez, un ingrediente que pueda ser incorporado en suplementos como cápsulas o pastillas, o que pueda ser el principio activo para fármacos.

Cabe destacar que existen fármacos para enfermedades como el síndrome metabólico, pero tienen muchos efectos adversos. El hecho de trabajar con ingredientes naturales hace que se requieran menos dosis y que disminuyan efectos adversos como la hepatotoxicidad

La incidencia en México de enfermedades como la diabetes se puede revertir a través de los propios alimentos mexicanos. Es lamentable, por ejemplo, que el consumo del frijol haya disminuido en los últimos 20 años. Es por eso que se busca darle un valor agregado a lo que se sigue produciendo en el campo de manera tradicional (como el cereal) pero ahora incorporándole un producto funcional y así adaptarse al ritmo de vida de hoy en día.

**57%**  
*de enfermedades crónicas y degenerativas aumentarán para el año 2020 según la OMS.*

*Las causas: el consumo de comida chatarra y la poca ingesta de frutas y vegetales.*

## ENERGÍA CON LA FUERZA DEL VIENTO



Uno de los recursos naturales más importantes que posee México es la fuerza del viento, gracias a su extensión territorial, densidades y concentraciones. Sin embargo, falta aprovecharla y explotarla correctamente para la producción de energía, pues a pesar de contar con este recurso abundante, el factor de infraestructura eléctrica ha frenado el desarrollo del país en esta materia.

Para aprovechar las potencialidades del país en energía eólica, el doctor Oliver Probst, investigador del Grupo de Enfoque en Energía y Cambio Climático, desarrolla varios proyectos con el objetivo de diversificar las fuentes de energía limpia y coadyuvar al desarrollo sustentable del país.

Uno de los proyectos más relevantes es el diseño y modelación de aspas y turbinas para aerogeneradores, las cuales son desarrolladas con la colaboración de otros investigadores y alumnos de posgrado, quienes actualmente trabajan en estrategias de control que minimicen los daños por fatiga en las

aspas, a través de modelaciones matemáticas, emulaciones en laboratorio y experimentos en campo.

Estas aspas tienen una tecnología mejorada, ya que son modelos que cuentan con innovaciones como secciones huecas de pared delgada y refuerzos internos, un espesor variable a lo largo del perímetro de la sección, una secuencia de apilamiento variable donde cada capa de material tiene orientación, espesor y un tratamiento detallado de alabeo.

Asimismo, para la construcción de la turbina se están considerando elementos científicos y tecnológicos como un diseño aerodinámico, la optimización de los rotores, un diseño y análisis estructural y la modelación y caracterización de los generadores eléctricos y sistemas de control aerodinámicos con electrónica de potencia y control electrónico.

Este proyecto está inscrito en el Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica (CEMIE-Eólico), el cual fue conformado hace dos

años por Conacyt y la Secretaría de Energía, con la misión de contar con conocimiento unificado en materia de energía eólica y generar sinergias que permitan orientar las actividades de innovación, investigación y desarrollo tecnológico, con el fin de contribuir al fortalecimiento de la industria eólica del país.

Para el desarrollo de este proyecto, se cuenta con gente capacitada e infraestructura que permite transferir la tecnología y formar una cadena de valor. Además de una vinculación entre instituciones, centros de investigación y empresas mexicanas y extranjeras que aportan tecnología.

Para la integración de la energía eólica, un punto importante es el acceso a la red eléctrica, lo cual es una cuestión de infraestructura, no tanto de tecnologías, por lo que es muy importante que los enlaces que se construyan tengan suficiente capacidad de evacuación y se ligen al potencial eólico que existe en el país. Una administración eficiente del siste-



Actualmente  
**5%**  
del consumo de electricidad  
mundial es generada por  
la energía eólica

ma necesita desarrollar herramientas tecnológicas para la integración de fuentes fluctuantes de energía, es decir, se necesitan sistemas integrados de pronósticos de demanda y oferta debido a que con la energía eólica el grado de fluctuación aumenta. El Dr. Oliver Probst y su equipo de investigadores tienen la capacidad científica necesaria para impulsar la tecnología a la integración a la red eléctrica, lo cual permitirá que en los próximos años se puedan crear tecnologías comerciales.

## ROBOT QUE REHABILITA A NIÑOS CON AUTISMO



**6 mil**  
casos nuevos de trastornos  
del espectro del autismo  
se registran cada año

De acuerdo con estadísticas oficiales, en México, uno de cada 300 niños tiene algún Trastorno del Espectro del Autismo (TEA), y cada año se registran más de 6 mil casos nuevos. A nivel mundial, el TEA es el tercer trastorno mental más común en la infancia.

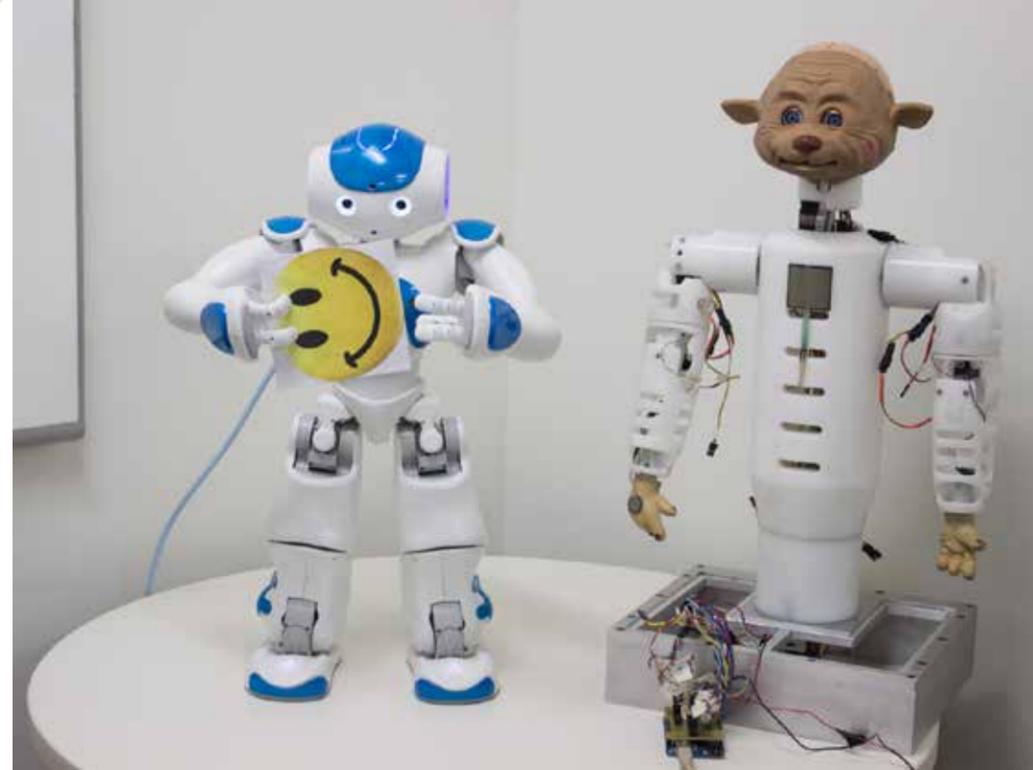
El autismo es un síndrome que hasta hace poco tenía escasas alternativas para su tratamiento. Actualmente se sabe que las terapias e intervenciones tempranas de conducta, cognición y habla pueden ayudar a los niños con autismo a obtener habilidades sociales, comunicativas y de autocuidado.

El doctor Pedro Ponce y su equipo de investigadores desarrollan el Robot TEC-O, el cual es parte de una plataforma tecnológica que se enfoca en la terapia integral para la rehabilitación de los síntomas en niños con autismo. Este robot es un apoyo en la terapia para desarrollar un canal de interacción con los niños, que les permite rehabilitar sus habilidades sociales.

El robot tiene una forma huma-

noide y cuenta con la capacidad de realizar gestos faciales. Además, emplea el sistema robótico para terapias de autismo ATROS (por sus siglas en inglés Autism Therapy Robotic System), el cual es un programa que posee tecnología de punta, algoritmos de inteligencia artificial y herramientas para la adquisición de habilidades sociales.

La característica principal que tiene el robot es la capacidad de reconocer la cara y la sonrisa de un niño. Además tiene expresiones faciales y movimientos corporales con la



finalidad de facilitar la adquisición de ciertas habilidades, es capaz de reconocer conductas sociales no verbales o emociones, y de responder a las estimulaciones de un niño.

El programa ATROS comprende varios componentes de desarrollo que le permitirán a un niño con autismo integrarse al ámbito social. En este programa, el terapeuta usa al robot, la aplicación y otros componentes de hardware para ayudar al niño en este proceso. La demostración del programa permitirá probar al robot, emular emociones a través de gestos para esti-

mular al niño y registrar el desempeño del paciente a lo largo de su terapia.

El programa contiene un panel llamado Gestos Faciales, donde las emociones básicas como la felicidad y el enojo están incluidas y fueron seleccionadas de acuerdo al conjunto de emociones que un niño con autismo puede manejar y distinguir. Con esto, el robot proporciona una rutina de movimientos que le permiten emular emociones a través de sus movimientos faciales.

El software del robot es amigable, ya que sólo basta tocar una carita en caricatura del robot para que éste realice la rutina de felicidad. Tiene un panel llamado Mímica, que proporciona rutinas de movimientos con los brazos y que complementa a otro panel de gestos, ambos pueden combinarse y obtener diferentes formas de estímulos para el niño.

El robot es fácil de usar pues se puede conectar directamente a la corriente eléctrica. Además, está dotado de sensores táctiles, cámaras digitales

y un micrófono para generar estímulos durante la terapia y registrar su desempeño.

Por ejemplo, en alguna terapia se involucra al niño con el robot haciendo que lo toque en la mano, en el pecho o en alguna otra parte estratégica donde haya sensores de presión. Con esto el niño estará siendo estimulado cuando el robot se ponga feliz (porque lo tocó suavemente) o enojado (si lo presiona con fuerza). El niño deberá responder de alguna forma y el robot deberá registrar cada detalle mediante la cámara digital y el micrófono.

El robot está hecho de Nylamid SL/60, un material suave y resistente al contacto con los niños. El controlador del robot consiste en una tarjeta Arduino Mega 2560, que controla los servomotores que, además, son los actuadores de 14 grados de libertad que permiten al robot hacer las expresiones y los movimientos de su cuerpo.



## INDUSTRIAS SEGURAS

La Ley Federal del Trabajo, en su artículo 132, fracción XVI dicta que se deben adoptar las medidas necesarias para evitar que los contaminantes excedan los máximos permitidos en los reglamentos e instructivos que expidan las autoridades competentes. Promueve también, que para lograrlo se deberán modificar las instalaciones, en caso de ser necesario.

Esto requiere una atención especial hacia los factores de riesgo en el sector industrial, que abarcan, además de la integridad física de los trabajadores, el cuidado del medio ambiente al vigilar la emisión de gases de efecto

invernadero, como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano y el ácido sulfhídrico.

Con esa premisa, el equipo de investigación encabezado por el doctor Roberto Parra Saldívar, del Grupo de Enfoque en Tecnologías Emergentes y Nutrición Molecular realizó el diseño, construcción, instalación y puesta en operación de un sistema de monitoreo que es capaz de impactar benéfica-mente la seguridad industrial y del medio ambiente a través de mapeos y mediciones de los gases tóxicos inflamables, y gases de efecto invernadero que se generan en la industria.

Este proyecto surgió a raíz de un trabajo de investigación para el tratamiento de un producto de desecho de la industria tequilera, donde se logró monitorear la composición de gases como el metano, ácido sulfhídrico y dióxido de carbono en su salida; además de que el mismo sistema también permite monitorear el pH y la temperatura de los mismos.

Este sistema de monitoreo posee un gran potencial para reducir el ries-

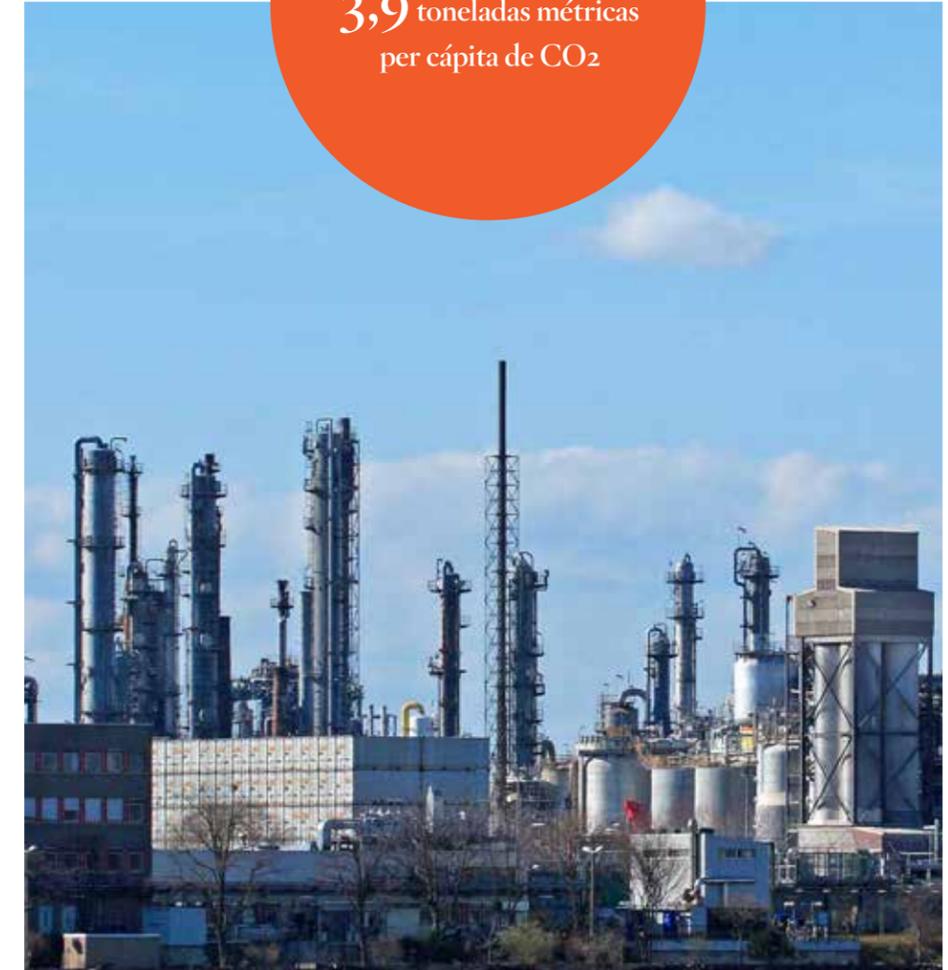
go de fugas de gases explosivos, ya que cuantifica en tiempo real la concentración de diferentes gases, y emite alertas a distancia en caso de que haya peligro de emisión de gases.

Esta característica hace que este sistema sea único en su tipo, y de gran valor para garantizar la seguridad de todos los actores involucrados en el proceso.

Durante el trabajo de laboratorio se realizaron protocolos de cuantificación de gases y se desarrollaron todas las metodologías de validación para poder definir la composición exacta de cada uno de estos.

Para lograr la realización de este desarrollo se unieron especialistas de diversas áreas como química analítica, biotecnología, bioprocesos, ingeniería y diseño, modelación y simulación, que trabajaron paralelamente a la construcción del equipo, con una integración de talentos excepcional que creó un sistema de gran valor para la industria, para la seguridad de los trabajadores y para el medio ambiente.

México registró en 2011  
**3,9** toneladas métricas  
per cápita de  $\text{CO}_2$





## VOLVER A CAMINAR

Alrededor de 68 millones de personas en todo el mundo usan silla de ruedas, lo que representa el uno por ciento de la población mundial. Afortunadamente la Robótica ha revolucionado el campo de la medicina, teniendo impacto en la rehabilitación física y el entrenamiento de habilidades motrices, gracias al desarrollo de prótesis y órtesis que permiten la rehabilitación parcial o total de las personas con problemas para caminar.

La Robótica médica es una ciencia que ha transformado las prácticas quirúrgicas convencionales, haciendo que las cirugías sean mucho menos invasivas y reduciendo el margen de error. También se han creado prótesis inteligentes que ayudan a las diferentes funciones motoras (brazos, manos, piernas, pies), y se han diseñado exoesqueletos y órtesis que permiten

la rehabilitación de personas con padecimientos que les impiden caminar.

Desde hace años el doctor Rogelio Soto y su grupo de investigadores hacen investigación robótica, con la cual han diseñado prótesis de mano, de ojo y de pie, así como un exoesqueleto robótico. Todo esto se desarrolla en colaboración con el doctor José Luis Contreras-Vidal, de la Universidad de Houston y con el Instituto de Rehabilitación del Centro Médico Zambraño-Hellion.

El exoesqueleto permitirá la rehabilitación parcial o total del usuario,

68 millones  
de personas en todo el  
mundo usan silla de ruedas

ya que su uso continuo ayuda a revertir serios problemas de salud generados por permanecer en silla de ruedas durante mucho tiempo y, al mismo tiempo, ayudará a rehabilitar a personas con daños musculares reversibles.

El exoesqueleto robótico modelo TEC-REX podrá ser controlado por el mismo paciente a través de un joystick y una diadema que funciona con la decodificación de señales electro-encefalo-gráficas.

TEC-REX es el alias que se usa para la innovación que se le hace al exoesqueleto Rehab Rex de la compañía Rex Bionics, al cual se le están añadiendo capacidades de control mediante señales cerebrales.

Los usuarios de este modelo serán personas parapléjicas o pacientes con accidente cerebrovascular que puedan operar una palanca de mando. Este modelo pesa 39 kilogramos y tendrá una velocidad máxima de tres metros por minuto. La duración de la batería es de dos horas en superficies planas, rampas y pendientes.



### Elementos del exoesqueleto

**Marco:** Sostiene el cuerpo del usuario en su lugar, de una manera segura.

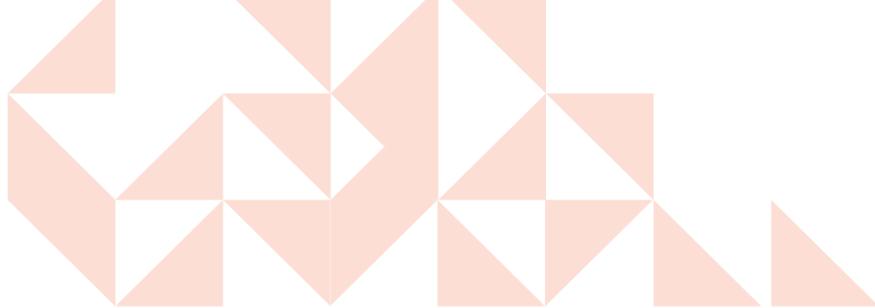
**Baterías:** Hacen funcionar al exoesqueleto y deben ser fáciles de reemplazar.

**Sensores:** Capturan la información sobre cómo el usuario desea moverse. Pueden ser manuales o eléctricos.

**Controlador:** Actúa como el cerebro del dispositivo. Es una computadora a bordo, la cual toma la información capturada por los sensores y controla a los actuadores.

**Actuadores:** Si el marco es como los huesos del cuerpo y el controlador el cerebro, entonces los actuadores son como los músculos que ejercen el movimiento. Los actuadores son usualmente motores eléctricos o hidráulicos.

**Control de balance y paso:** El balance de los exoesqueletos es controlado con el uso de muletas.



57%  
del triclosán desechado se ha  
encontrado en 139 vías fluviales  
analizadas en los  
Estados Unidos.

## NANOTECNOLOGÍA PARA EL AMBIENTE

¿Cuál es el impacto ambiental de una acción cotidiana como sería el aseo personal? Un claro ejemplo de ello es la higiene dental. ¿Cuánto tiempo efectivo es utilizada la pasta dental?, en cuestión de segundos es desechada y todos los compuestos químicos que la conforman son arrojados al drenaje. Esta acción es repetida por millones de personas diariamente.

Una pasta dental que contenga el bactericida triclosán, al ser utilizada y desechada no mata solamente las bacterias de la boca, sino a miles de pequeños microorganismos que se encuentran en los sistemas acuáticos y que son la base de la alimentación de todo un ecosistema, por lo que se puede decir que con esta simple acción, el ser humano rompe con el curso de la cadena alimenticia.

El equipo de investigación de la Dra. Nancy Ornelas, del Laboratorio

de Nanotecnología Ambiental del Centro del Agua para América Latina y el Caribe, trabaja en el diseño de sensores que utilizan una base nanotecnológica para detectar contaminantes existentes en el agua. Esta tecnología permite la detección de dichos compuestos aun cuando los contaminantes se encuentren en muy bajas concentraciones.

Específicamente, este equipo trabaja en el desarrollo de sensores de análisis rápido y con alta especificidad para detectar diversos componentes, dependiendo de la problemática que pueda presentar el agua en materia de contaminación. Actualmente se encuentran enfocados en la detección y posterior eliminación de compuestos como el triclosán, agente antibacteriano y fungicida contenido en las pastas dentales; el estrógeno etinilestradiol, que es la principal sustancia activa de las píldoras anticonceptivas y que llega a los mantos acuíferos cuando es desechado a través de la orina; y del nonilfenol que es un compuesto

precursor de la mayoría de los detergentes; entre otros.

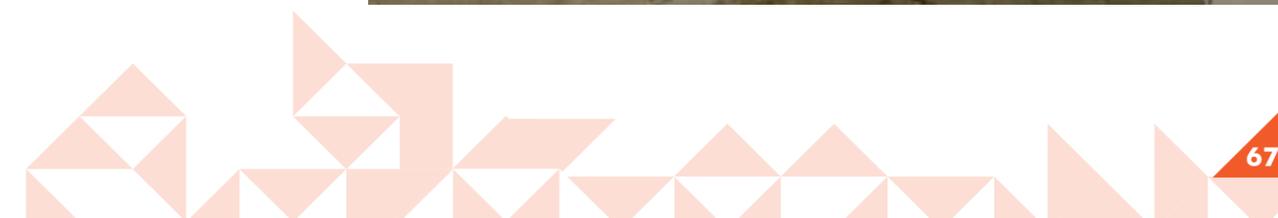
En particular, el estudio de los contaminantes derivados de los fármacos es muy importante porque éstos generan, además de la contaminación per se, una problemática social actual y a futuro, debido a que los niveles de contaminación por este tipo de compuestos va en creciente aumento y actualmente su intrusión dentro de los recursos hídricos es alarmante.

En el laboratorio se aborda la problemática de la contaminación del agua desde dos métodos de acción: por un lado el desarrollo de metodologías para detectar los compuestos contaminantes, y por el otro el desarrollo de tecnologías para biotransformar y/o degradar dichos compuestos.

Lo primero se lleva a cabo a través del uso de sensores en escala nanométrica que identifican la presencia de los compuestos extraños, y su nivel de concentración, aun y cuando se encuentren por debajo del límite de detección ofrecido por otros métodos.

Una vez detectados y cuantificados los contaminantes, se puede trabajar en el desarrollo de una técnica, también de base nanotecnológica, que los elimine por medio de la inmovilización de biocatalizadores y/o nanocatalizadores en materiales nanoestructurados; al hacerlo, el agua que pasa por éstos, y entra en contacto con los bio/nano catalizadores, fomenta la biotransformación y/o degradación de los compuestos en el trayecto, realizando así la purificación de la misma.

En una etapa posterior de este proyecto, se pretende llevar a cabo la ingeniería de los materiales y nanomateriales para poder construir sistemas que interactúen con el agua, y realicen el efecto de descontaminación que finalmente se busca.



## DE LO MÁS GRANDE A LO MÁS PEQUEÑO



8

investigadores del Tec de Monterrey han asistido a los laboratorios del MIT para capacitarse en tecnologías de avanzada de micro y nanofabricación.

16

alumnos pasaron el verano en el MIT para desarrollar investigación nanotecnológica.

La nanotecnología en México es un campo que está creciendo a pasos firmes. De acuerdo a cifras oficiales, en el País existen 101 empresas que trabajan con nanotecnología, ya sea que la aplican en sus procesos o en sus productos terminados.

La nanociencia y la nanotecnología son consideradas por algunos expertos como los adelantos más revolucionarios que hay en el campo científico, ya que sus aplicaciones impactan a muchas áreas del conocimiento, como la medicina, la mecatrónica, las ingenierías, las tecnologías de información y comunicaciones de y la industria de los alimentos.

Los avances actuales de la nanotecnología permiten vislumbrar las posibilidades de nuevos descubrimientos. Los beneficios de usar las herramientas nanotecnológicas se vuelven infinitos para la industria computacional, alimenticia, médica, energética, textil, automotriz, entre muchas otras.

El Tec de Monterrey tiene camino recorrido en el desarrollo nanotecnológico,

100

empresas mexicanas han incorporado la nanotecnología en sus procesos o productos.

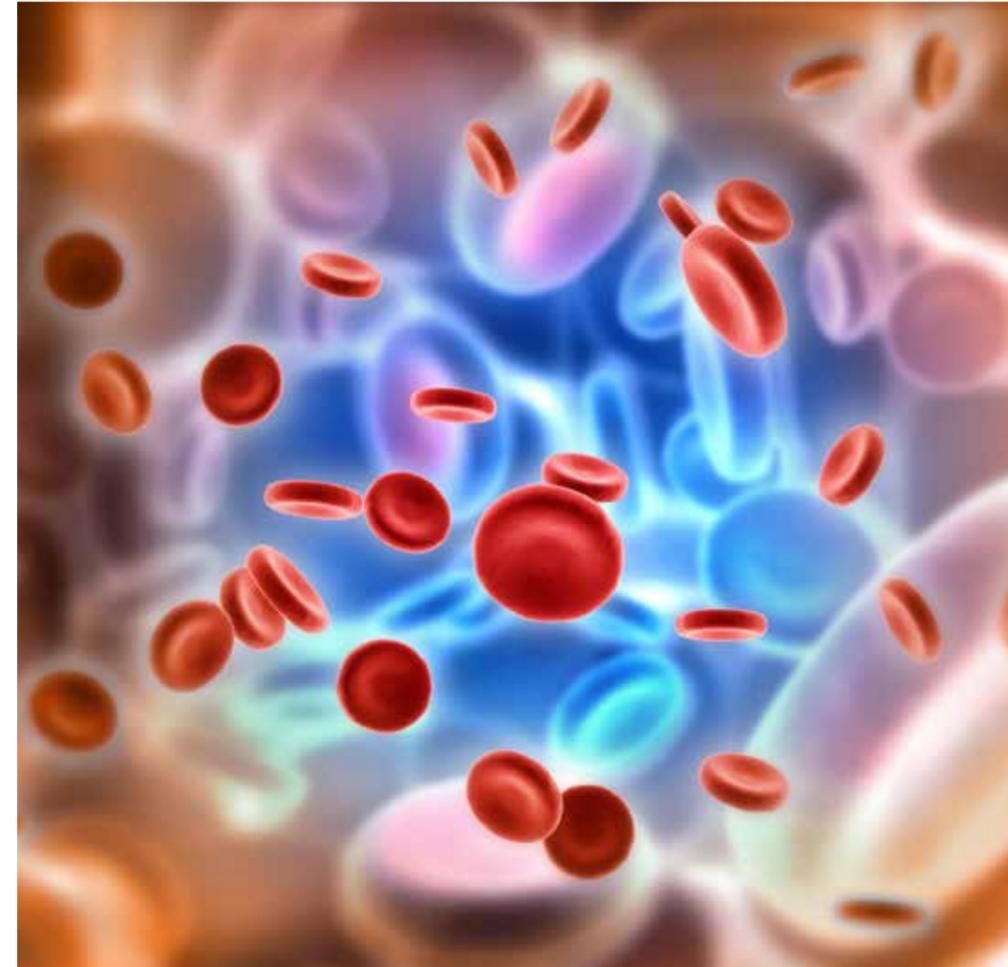
lógico, con varios proyectos dirigidos por el doctor Alex Elías. Actualmente se está desarrollando un implante craneal que está hecho con materiales biocompatibles, inteligentes y nanoestructurados. Dicho material también podrá aplicarse como injerto óseo en otros huesos del cuerpo.

Otro proyecto nanotecnológico es el parche para el suministro de insulina, un dispositivo que dosifica el medicamento mediante un sistema de bombeo conformado a base de microagujas. Este parche cuenta con un diseño novedoso y un control continuo, mide dos centímetros, además de ser muy práctico y poco invasivo.

Un tercer proyecto nanotecnológico, desarrollado por el doctor Carlos

Rivera y su alumno Ramón Raygoza, es el nanoaceite para autos. Se trata de un fluido lubricante para la industria automotriz, cuyas nanopartículas dispersas permiten detectar y cubrir hasta las más microscópicas imperfecciones de las superficies metálicas, creando una capa protectora que reduce la fricción y el desgaste, y ofrece una mayor conductividad térmica.

El Tecnológico de Monterrey estableció la iniciativa Tec.nano, la cual tiene el objetivo de potencializar la investigación en áreas asociadas a la nanotecnología. Para ello, en el 2014 se firmó un acuerdo de colaboración con el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), una alianza que permite al Tec aprovechar la infraestructura y los laboratorios del MIT y promueve el intercambio de alumnos e investigadores, con la finalidad de aumentar la producción científica, impulsar la creatividad y el aprendizaje, y desarrollar mayores competencias y capacidades.



## BIOTECNOLOGÍA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA



Las plagas de almacenamiento son un verdadero problema para la seguridad alimentaria, ya que contaminan los cultivos mientras aún están en el campo o cuando son almacenados. Casi el 30 por ciento de las pérdidas del maíz en México se debe a problemas de plagas, lo que provoca grandes mermas en los ingresos de los agricultores. Y es que, después de la cosecha, el maíz puede durar almacenado durante varios meses, pero es vulnerable a los daños causados por insectos como el gorgojo y el barrenador.

Ante esta problemática, el doctor Silverio García Lara, investigador del Grupo de Enfoque Nutriomics y jefe del Laboratorio de Interacción Molecular Planta-Insecto, evaluó los compuestos fitoquímicos de una variedad de maíz que es resistente a las plagas de almacenamiento y que, además, tiene propiedades nutricionales con gran impacto en la salud de los consumidores.

Los insectos prosperan en ambientes húmedos o cálidos y se pueden

ocultar en lugares que no se han limpiado a fondo, como los anaqueles, para después salir y destruir toda la cosecha de un año en cuestión de meses. Además, los pequeños agricultores no se pueden permitir el lujo de tener grandes contenedores de almacenamiento sellados, ni de fumigar la cosecha con insecticidas o productos químicos, ya sea porque son muy caros o porque implican riesgos para la salud.

Gracias al proyecto Masagro, en el cual colaboran el Tecnológico de Monterrey y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), se está modernizando de manera sustentable al campo mexicano, con la visión es atraer y facilitar todas las tecnologías que el agricultor necesita.

Ahora los agricultores seleccionan variedades de maíz con características de resistencia que han sido desarrolladas con modernas técnicas biotecnológicas por el equipo del doctor García Lara y el CIMMYT. Estas

líneas endogámicas recombinantes de maíz son variedades resistentes a la más voraz de las plagas, como el barrenador del grano grande, debido a que tienen una gruesa capa exterior que los insectos no pueden penetrar y que actúa como una barrera física.

Además, los investigadores han observado que esta capa externa también conlleva otros beneficios y propiedades nutricionales nunca antes descubiertas. La gruesa capa exterior, conocida como el pericarpio, es nutritiva y contiene fitoquímicos que pueden ayudar a prevenir enfermedades crónico-degenerativas, aumentar la esperanza de vida y apoyar la estructura y la función del cuerpo.



### CARACTERÍSTICAS DEL MAÍZ

#### - Antiplagas

Esta línea endogámica de maíz tiene una gruesa capa exterior (pericarpio) que ningún insecto puede penetrar.

#### - Nutritivo

El pericarpio de este maíz tiene fitoquímicos y propiedades nutraceuticas que pueden prevenir enfermedades crónico-degenerativas.



Escuela de

**EDUCACIÓN,  
HUMANIDADES Y  
CIENCIAS SOCIALES**



La Universidad es una institución en la cual la sociedad confía no sólo para el resguardo de distintos saberes sino para responder al cuidado de las necesidades y aspiraciones humanas. Bajo esta perspectiva, la Escuela de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales del Tecnológico de Monterrey concibe la investigación como un horizonte para la comprensión de un mundo que, por estar en continua transformación, requiere de una orientación y una vinculación hacia la acción.

La investigación en nuestra Escuela tiene la tarea de encontrar y crear formas innovadoras de enseñanza y aprendizaje a partir de nuevas metodologías y tecnologías; también asume el compromiso de educar para que las personas descubran su papel activo en la sociedad y les preocupe hacer del conocimiento un bien común.

Por otra parte, la investigación radica en ir más allá del inventario de lo que ha hecho la humanidad, para mostrar el potencial creativo

que la hace capaz de habitar el tiempo, encontrar sentido, a pesar de las contradicciones que se le presentan. Nuestras investigaciones se realizan a partir de la búsqueda por construir realidades más incluyentes, democráticas y justas.

Interesa que los investigadores conviertan la diversidad de sus saberes en una fortaleza que les permita construir conocimiento a partir de la interdisciplinariedad, haciendo investigación aplicada y colegiada para propiciar un desarrollo con dimensión humana. Asimismo, que contribuyan en los debates académicos más relevantes con publicaciones de alta calidad e impacto. Por último, que participen en proyectos encauzados a solucionar problemas que incidan en la vida de las personas.

---

**Dra. Inés Sáenz Negrete**

Decana de la Escuela de Educación,  
Humanidades y Ciencias Sociales.  
ines.saenz@itesm.mx



## REENSEÑAR LA CIENCIA

¿En dónde está el futuro de la educación científica? Un grupo de investigadores convocados por el doctor Juan Manuel Fernández busca construir una mirada crítica sobre el futuro de la educación, concretamente en la enseñanza de la ciencia a través de las materias STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics), y busca incentivar a los alumnos para que sean autónomos, que tengan una mirada reflexiva con respecto a lo que les toca vivir en sus aulas, y que empujen la innovación desde sus propias necesidades para, de esta manera, analizar el sistema de educación como experiencia de aprendizaje.

Se sabe que en un futuro cercano, el recurso humano especializado en áreas como energía, tecnologías de información y comunicaciones, retail, construcción y manufactura, será el objeto del deseo de las áreas de

Recursos Humanos en el país. Para lograr una plantilla suficiente de este tipo de especialistas, es necesario renovar la visión que se ha venido construyendo sobre la ciencia.

En México se construye ciencia a partir de la conformación de comunidades de práctica y procesos de participación legítima periférica, en la cual los aprendices se van adentrando hacia el dominio de las herramientas propias de su disciplina, y es a través de la construcción de relaciones con los expertos que se va introduciendo a los estudiantes en su campo de interés.

Es importante, sin embargo, analizar un problema que viene desde la educación básica, ya que los niños no reciben el énfasis necesario en temas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por eso, en el momento de tomar una decisión en cuanto al camino a seguir en la educación superior, el porcentaje de alumnos interesados en las ciencias básicas e ingeniería es muy pequeño comparado con

otras áreas de especialización, como la administración o la medicina.

Hay una preocupación global sobre las cuatro materias STEM, en términos de mejorar su calidad de enseñanza y aprendizaje. Hay evidencia de que en la medida de que estas materias sean transmitidas y aprovechadas por los alumnos que cursan la educación básica, se afectará positivamente el desarrollo económico y social de las naciones.

Como muestra, según el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (PISA, por sus siglas en inglés), a los países que les va mejor en las pruebas de ciencias y matemáticas, son los que suelen tener un mejor desempeño económico.

Con este estudio, que realiza el Tecnológico de Monterrey en colaboración directa con la Universidad de Hull de Reino Unido, se trabaja a partir de una experiencia comparada, destacando las fortalezas de dos diferentes sistemas educativos, en una propuesta que garantice el mejora-

miento de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las materias STEM en escuelas de preescolar, primaria y secundaria de México y del Reino Unido.



*La educación en materias STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) desde temprana edad incrementa el desarrollo económico y social de las naciones.*



## FORJANDO CIUDADANOS PROPOSITIVOS

Durante el último lustro, en las democracias occidentales, investigadores de las ciencias computacionales y científicos sociales se han preocupado por utilizar y probar herramientas tecnológicas para acercar a ciudadanos y gobernantes, y de esta forma revitalizar la democracia representativa.

México Participa es un proyecto coordinado por la doctora María Elena Meneses, investigadora de la

**3,500**  
personas formaron parte  
del ejercicio ciudadano  
México Participa

Escuela de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales, y consiste en una plataforma digital que pretende articular una ciudadanía propositiva en México, pues mediante modelos estadísticos permite conocer las percepciones del país, estados y municipios en relación con seis temáticas: seguridad pública, empleo, educación, salud, corrupción y violencia. El carácter innovador de esta herramienta permite que los ciudadanos propongan y evalúen ideas en un ejercicio de inteligencia colectiva.

Las pasadas elecciones intermedias de México fueron un buen momento para probar esta plataforma tecnológica, que fue desarrollada en el Center of Information Technology Research in the Interest of Society (CITRIS) por el equipo del Dr. Ken Goldberg consiguiendo una sinergia multidisciplinaria innovadora, de impacto social y político en donde participaron alumnos de posgrado y licenciatura del Tec de Monterrey.

Este ejercicio pretende que los ciu-

dadanos se percaten de la relevancia de su participación en asuntos públicos, y que los gobernantes cuenten con herramientas que les permitan tomar decisiones orientadas por las necesidades ciudadanas. Para México, los hallazgos que resultaron de este proyecto serán un valioso antecedente de una herramienta tecnológica cívica que puede mejorar la transparencia, la rendición de cuentas y por supuesto la participación ciudadana.

Este proyecto pretende disminuir la brecha entre gobernantes-legisladores y ciudadanos, y poner a disposición de los mexicanos mecanismos de participación ciudadana, toda vez que diversos estudios dan cuenta de su escasez y de una ciudadanía débil. Además puede ayudar a mejorar la comunicación, la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas en el País.

Durante el mes y medio que duró el ejercicio ciudadano, el cual se llevó a cabo en Internet, fueron registrados 3 mil 500 usuarios que se dieron a la

tarea de responder, a nivel municipal, a seis temas: seguridad pública, empleo con seguridad social, salud, educación pública, combate a la corrupción y percepción de violencia, los cuales fueron evaluados entre 0 y 10, con base en el grado de acuerdo o desacuerdo.

Por rango de edad, la mayor participación se centró en jóvenes de entre 18 y 24 años, quienes representaron 35 por ciento de los participantes. Si bien la mayoría de las preguntas fueron cerradas, en el espacio de propuestas con el que se contó el proyecto, fueron recurrentes las menciones a la corrupción y la educación como las principales temáticas a resolver en el país.

Los resultados de México Participa son públicos y fueron entregados al Instituto Nacional Electoral para ser puestos a disposición de quienes resultaron ganadores en las elecciones de junio de 2015, y pueden ser consultados en la página <http://www.mxparticipa.org/resultados>.





## DEMOCRATIZAR EL CONOCIMIENTO

Si se pretende que la educación sea de y para todos, es necesario que la sociedad de la información se sirva de los recursos educativos abiertos (REA). ¿Cómo pueden, por ejemplo, las personas con discapacidad, tener acceso a la educación de una manera más cómoda?, cuando el entorno se adapta y se hace accesible.

Los REA son documentos o material multimedia que puede ser usado y reutilizado en la educación y la investigación. Su principal característica es que son de acceso libre y se encuentran de forma gratuita en la red, garantizando la calidad y el respeto de sus autores.

El término de recursos educativos abiertos fue adoptado por primera vez en 2002 por la Unesco. Su desarrollo y promoción es motivado por el deseo de poner freno a la mercantilización del conocimiento y ofrecer una alternativa al paradigma educativo.

La doctora María Soledad Ramírez dirige el Movimiento Educativo Abierto para América Latina, un proyecto de investigación que busca im-

pulsar las prácticas educativas abiertas para apoyar la producción, visibilidad y diseminación del conocimiento, y ayudar así a la reducción de la brecha educativa.

Este movimiento incentiva el acceso abierto de la producción académica y científica en Latinoamérica a través de prácticas formativas con redes y grupos de trabajo que promueven la movilización del conocimiento surgido en universidades y centros de investigación.

Esto se logra mediante ciertas acciones, cuyo objetivo es transferir el conocimiento a través de procesos formativos con cursos, talleres, seminarios, estancias académicas y otros mecanismos de difusión.

Una de las principales ventajas de los REA, es que van dirigidos a toda la comunidad académica, de todos los niveles educativos y de todas las áreas disciplinares, por tal motivo su impacto es muy extenso en la innovación educativa, en la equidad y en la calidad de la formación.

Este grupo de investigadores impul-

sa a los REA a través de repositorios que concentran la producción de investigadores, profesores y estudiantes. Entre sus iniciativas se encuentra el proyecto denominado Knowledge Hub, que actualmente es conocido como Temoa. Este portal facilita la búsqueda de recursos y materiales educativos producidos en otros países, por medio de un sistema colaborativo de búsqueda especializado, en el que se evalúa la veracidad, la autenticidad y confiabilidad por medio de filtros en los contenidos.

En el proyecto se trabaja con académicos, estudiantes, investigadores y posdoctorantes, quienes establecen redes con países de Latinoamérica.

Los REA son una tendencia pujante en las sociedades del conocimiento, por ello se tiene la confianza de que este proyecto logre crear una red latinoamericana que permita generar y compartir el entendimiento, y sobre todo, elevar la calidad de vida en todo el continente.

*Los recursos educativos abiertos son materiales digitalizados (cursos, libros, video, software, etc.), ofrecidos libremente y de manera gratuita con fines educativos o de investigación.*





## ATENDER A QUIEN MÁS LO NECESITA



Como en muchas partes del mundo, en México se estará presentando un fenómeno sociodemográfico importante: para el año 2050 habrá más adultos mayores que niños.

En nuestro país, este grupo constituye uno de los más vulnerables, pues además muchos de ellos viven con altos índices de pobreza.

El envejecimiento es una de las prioridades de la Organización Mundial de la Salud.

Otros países han tomado cartas en el asunto desde hace años, como parte de los objetivos del milenio. En México existe un déficit importante de médicos geriatras y personal especializado en la atención de adultos mayores. Es por ello que la atención a distancia a través de plataformas tecnológicas resulta de vital importancia para abordar este problema.

El proyecto encabezado por la doctora María de la Luz Casas busca llevar atención médica a adultos mayores a través de dispositivos móviles, con el objetivo de mejorar su calidad de vida y sus condiciones de salud.

Consiste en desarrollar una plataforma tecnológica móvil que permita diagnosticar la condición de fragilidad de los adultos mayores a fin de evaluar, de una manera preventiva, su salud en situaciones de riesgo, a fin de implementar acciones terapéuticas que mejoren su calidad de vida.

Con esto se pretende crear una mayor conciencia acerca de las condiciones de los adultos mayores en nuestro país y la necesidad de generar políticas públicas para su atención.

Se trata de un proyecto multidisciplinario y multi institucional en el que participan investigadores de diferen-

tes áreas: Ingeniería Computacional, Negocios, Ciencias Sociales y Humanidades y Ciencias de la Salud de diferentes Escuelas de Posgrado del Tecnológico de Monterrey, en colaboración con el Instituto Tecnológico de Massachusetts, el Instituto Nacional de Geriátría y el Hospital General de México.

**12 millones**  
de adultos mayores hay en México



## AL RESCATE DEL PATRIMONIO CULTURAL



Reconstruir la memoria histórica de México es posible a través del estudio científico de textos hispanos y novohispanos que, bajo la mirada crítica de diversos investigadores, constituirán una aportación interdisciplinaria esencial para el análisis de nuestra cultura.

Este proyecto, es impulsado desde el Grupo de Enfoque en Patrimonio Cultural e Industrias Culturales, liderado por las doctoras Blanca López y María de la Luz Castro.

Su principal objetivo es la divulgación de las colecciones especiales que custodia el Tecnológico de Monterrey, desde una perspectiva crítica, que ponga al alcance del especialista una colección de ediciones y estudios a propósito de los fondos documentales depositados en la Biblioteca Cervantina y la Colección Ignacio Bernal.

Se trata de textos únicos, raros, de difícil acceso o fundamentales para el conocimiento de la historia y la reconstrucción de la memoria de México.

El motivo es la recuperación de la memoria novohispana a través del rescate del patrimonio bibliográfico

histórico del Tecnológico de Monterrey y su difusión a través de estudios interdisciplinarios de rigor científico, a partir de la crítica textual.

El carácter transversal y misceláneo que inspira este proyecto abarca tanto documentos históricos como literarios, y se ocupa de estudiarlos en detalle y fijar su forma en ediciones críticas y de rescate.

Tanto por la riqueza de los fondos documentales sobre la historia del Noreste, como por el compromiso social con la comunidad, los esfuerzos de investigación se concentran, en una primera etapa, en la recuperación de la memoria norestense, que incluye los estados de Tamaulipas, Coahuila, Nuevo León y Texas, Estados Unidos.

En la actualidad se trabaja de manera colegiada en los siguientes proyectos:

1. Establecimiento de un corpus de crónicas sobre la conquista y colonización del Noreste (Septentrión Occidental Novohispano en los siglos XVI-XVIII).
2. Estudio crítico de textos religiosos bilingües de las misiones del Noreste

Novohispano y apuntes para la recuperación de lenguas muertas indígenas.

3. Viajeros y exploradores del Noreste: Documentos para el estudio del descubrimiento y exploración de la Bahía del Espíritu Santo y la Bahía de Pensacola.

Además, conscientes de la importancia del acervo bibliográfico con el que se trabaja y de lo esencial que es su difusión, este proyecto se conduce por una política de integración que da la bienvenida a proyectos de investigación y académicos interesados en establecer una dinámica de intercambio intelectual y científico.

Este proyecto genera conocimiento sobre la identidad cultural del Noreste de México, lo cual se encamina a la restauración del resquebrajado tejido social. Y contribuye a mejorar la calidad de vida de los mexicanos.



## MATI-TEC: EDUCACIÓN PARA TODOS



La educación en México es una de las principales facturas para el desarrollo del país. Tres cuartas partes de los niños que estudian en escuelas públicas tienen evaluaciones deficientes, y a ello hay que sumarle los problemas de infraestructura, presupuesto y equipamiento.

Mati-Tec es un proyecto de investigación que tiene como propósito mejorar las competencias matemáticas, lecto-escritoras y digitales de alumnos de escuelas primarias, a través de un dispositivo móvil con acceso a Internet y otros recursos desarrollados por investigadores del Tecnológico de Monterrey que son coordinados por el doctor Juan Carlos Olmedo.

Con el proyecto Mati-Tec los niños y niñas acceden a una plataforma con la que aprenden y juegan utilizando recursos pedagógicos innovadores de matemáticas y español. Al mismo tiempo, toda la actividad que realizan se registra en dicha plataforma y así los investigadores pueden monitorear su aprovechamiento todos los días, dentro y fuera del salón de clase.

El programa no sólo les aporta a los alumnos conocimiento sobre matemáticas y español, sino que además les da la experiencia de vivir la tecnología en el aprendizaje.

Además de los investigadores involucrados en este proyecto, también colaboran alumnos de servicio social, quienes preparan los teléfonos móviles y solucionan en campo los problemas técnicos.

Mati-Tec cuenta ya con algunas alianzas con el sector privado, como la Fundación Telefónica México y la Fundación Educa México. Dichas alianzas han enriquecido el proyecto y han permitido que la respuesta a los problemas de educación en el país sea más rápida, ya que ayudan a que el proyecto sea medido en el tiempo y a conocer la evolución durante su implementación.

En estos cuatro años, Mati-Tec ha beneficiado a más de 6 mil niños, 50 escuelas y cientos de profesores. Esto ha sido solo el primer laboratorio de lo que pretende hacer en el futuro. El sueño es que estos resultados puedan crecer y llevarse a millones de niños en toda la

República Mexicana, porque mejorar la educación del país es la mejor y la más importante apuesta al futuro.



**6 mil niños**

han sido beneficiados con este proyecto, con el que aprenden y juegan

PROYECTOS DE ALTO IMPACTO





Tecnológico  
de Monterrey