

innovate

Boletín cuatrimestral del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada



**GESTIÓN DE LA
CALIBRACIÓN**
basada en
el Riesgo

METROLOGÍA:
habilidad clave para
la industria moderna

**SEMINARIO
DE DIVULGACIÓN**
Multidisciplinario

No. 19

Septiembre - Diciembre, 2025.

WWW.CICATAQRO.IPN.MX



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA APLICADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA UNIDAD QUERÉTARO

El Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (IPN-CICATA Querétaro), se ubica en la Ciudad de Querétaro en el Estado de Querétaro, México. Perteneció al Instituto Politécnico Nacional, es un centro de investigación científico y tecnológico, concebido para servir de enlace entre la comunidad científica y los sectores productivos de bienes y servicios, para atenderlos y ofrecerles soluciones a sus problemas de desarrollo.

Para el cumplimiento de este objetivo, IPN-CICATA Querétaro desarrolla programas de investigación científica y tecnológica con un enfoque interdisciplinario y, de igual forma, atiende la formación de recursos humanos de alto nivel contribuyendo decisivamente al fortalecimiento de la calidad y la competitividad nacional e internacional del aparato productivo en México.

En relación al trabajo de investigación el IPN-CICATA Querétaro ha realizado una gran cantidad de proyectos vinculados con apoyo económico del IPN, SECIHTI y la Industria por lo que se han generado patentes, modelos de utilidad, prototipos y diversos desarrollos en sus 5 diferentes líneas de investigación, como son: Análisis de imágenes, Biotecnología, Mecatrónica, Energías alternativas y Procesamiento de materiales y manufactura, las cuales están ligadas con la actividad económica de la región y del país.

Actualmente, en el IPN-CICATA, Querétaro, se desarrollan los programas de posgrado con Maestría y Doctorado, estos programas se han mantenido en el Sistema Nacional de Posgrados (SNP) del SECIHTI, desde su ingreso en el 2007, en la actualidad su status es de Consolidado para ambos programas. Así también, se cuenta con la Especialidad y además con los tres programas en su modalidad con la industria.

Del año 2003 que se tuvo a los dos primeros graduados en nuestro Posgrado en Tecnología Avanzada al mes de diciembre de 2025, se han graduado 421 alumnos los cuales son: 118 de doctorado, 291 de maestría y 12 de especialidad. Nuestra matrícula en el semestre B25 es de 25 alumnos.

DIRECTORIO INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Arturo Reyes Sandoval
Director General

M. en C. Ismael Jaídar Monter
Secretario General

Dra. Martha Leticia Vázquez González
Secretaría de Investigación y Posgrado

Mtra. Yessica Gasca Castillo
Secretaría de Innovación e Integración Social

CICATA, QUERÉTARO

Juan Bautista Hurtado Ramos
Director del CICATA, Qro.

Edith Muñoz Olín
Subdirectora de Innovación Tecnológica

INNOVATE

Edith Muñoz Olín
Alejandra Castillo Martínez
Adela Eugenia Rodríguez Salazar
Ana Isabel Sanchis Castillo
Andrea Margarita Rivas Castillo
Editoras

Alma Lucero Flores Ramírez
Diseño editorial y fotografía

Innovate, Año 2025, No. 19, septiembre-diciembre 2025, es una publicación cuatrimestral editada por el Instituto Politécnico Nacional a través del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Querétaro. Cerro Blanco 141, Col. Colinas del Cimatario, Querétaro, Qro., México, C.P. 76090. Teléfono: 442 2290804 ext. 81002.

<https://www.cicataqro.ipn.mx/cicataqro/qro/cicata/index.php/revista-innovate-ultimo-numero.html>,

Editor responsable: Juan Bautista Hurtado Ramos. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2021-111710235500-102. ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Tecnología Educativa y Campus Virtual del CICATA Unidad Querétaro del IPN, Alejandra Castillo Martínez, Cerro Blanco 141, Col. Colinas del Cimatario, Querétaro, Qro., México, C.P. 76090, fecha de la última modificación abril de 2025.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.



EDITORIAL

Cerramos el año con grandes avances de colaboración con entes regionales y eventos de preparación para la conmemoración del 30 aniversario de nuestro centro en 2026.

Por un lado, el CICATA QRO colabora actualmente con CANACINTRA Querétaro actuando como secretaria ejecutiva de la Comisión de Innovación, Tecnología y Vinculación. A partir de esta colaboración participamos ya en la presentación y toma de protesta por parte del Gobernador del Estado, Mauricio Kuri, de los integrantes de la comisión. Además del reconocimiento regional hacia nuestro centro, que cada vez se extiende más, muchas otras actividades se han venido derivando de esta participación. Como la colaboración que se está trabajando con instituciones alemanas de la ciudad de Heilbronn, un proyecto que está logrando el reconocimiento de esa ciudad como la ciudad alemana de la IA. Con las distancias apropiadas, de manera similar, buscaremos que Querétaro sea un foco de desarrollo de la IA aplicada a la industria.

Otro evento que nos puso en el panorama regional fue la celebración de la Conferencia Internacional en Ciencia y Tecnología 2025 (ICASAT 2025 por sus siglas en inglés) este es un evento bianual científico-tecnológico organizado en su totalidad por los estudiantes de posgrado de nuestro centro. En esta ocasión consiguieron la participación de un grupo notable de investigadores nacionales y extranjeros, de instituciones como el MIT, la Universidad de Cardiff, la Universidad de Cartagena y la Universidad McGill, así como dos extraordinarias divulgadoras mexicanas, Sara Gallegos (la morra científica) de Polymath of Tomorrow 360 y Patricia Hernández de Astrofísicos en Acción. El evento se llevó a cabo en una de las instalaciones de divulgación científica y cultural más importantes del estado, el Planetario Pedro Ferriz Santacruz del Centro Cultural Manuel Gómez Morín. Esperamos con mucho entusiasmo la siguiente edición de este evento científico del IPN en Querétaro.

Nuevamente seguimos trabajando con la SEDEQ en sus programas de STEM, principalmente dirigidos a las niñas para lograr su integración a las disciplinas duras. Dentro de estas actividades estuvieron la presentación de talleres en escuelas de nivel básico y medio superior de la región, así como nuestra participación en la Feria de Ciencias del estado en el Centro Gómez Morín. Continúa nuestra colaboración con Relay Education y sus talleres de divulgación de la ciencia entre los niños. En el mes de noviembre, el centro, a través de la Dra. Regina Gama, recibió la visita de organizaciones locales y alemanas dedicadas a difundir la ciencia a través de actividades lúdicas, principalmente ludotecas en su versión itinerante, esta colaboración prosigue y pretendemos que la participación de nuestros investigadores y estudiantes sea cada vez más nutrida, cumpliendo así una de las tareas encomendadas al instituto y a sus investigadores.

Juan B. Hurtado Ramos



VISITA CBTIS 88, noviembre 2007.

INDICE

1	GESTIÓN DE LA CALIBRACIÓN BASADA EN EL RIESGO: un enfoque desde la infraestructura de la calidad en la industria farmacéutica	6
2	METROLOGÍA: habilidad clave para la industria moderna	12
3	SEMINARIO DE DIVULGACIÓN Multidisciplinario	16
4	Programa de POSGRADO	22
5	EGRESADOS, septiembre - diciembre 2025	23
6	EVENTOS DESTACADOS IPN - CICATA Querétaro	24

La revista INNOVATE es un esfuerzo de la comunidad del CICATA Querétaro para dar a conocer las actividades académicas, los eventos relevantes y algunas opiniones que se gestan al interior de nuestro Centro. Es una revista de divulgación, en la que tratamos de transmitir al gran público lo que sucede al interior de una institución dedicada a la investigación, a la formación de investigadores y a acercar el producto de su trabajo a la sociedad, así como nuestra opinión respecto de las cosas que suceden en nuestro entorno, de los avances científico-tecnológicos dondequiera que se produzcan estos y de los fenómenos naturales que nos afectan y resultan de interés para nuestros conciudadanos.

Le agradecemos a nuestros investigadores de la comunidad del IPN, alumnos y a todos los que participan directa e indirectamente en esta revista, por su generosidad para enriquecerla. Tenemos el propósito de ofrecer en cada número temas de interés, mejorar su presentación y aumentar su alcance, con la idea de que, en el futuro cercano, sea un medio reconocido de difusión de la ciencia.



GESTIÓN DE LA CALIBRACIÓN BASADA EN EL RIESGO:

**UN ENFOQUE DESDE LA INFRAESTRUCTURA DE
LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA**

M. en C. María de los Dolores Cerón Toledano,
Sistemas Integrales de Calibración S.A. de C.V. (SICAMET)

RESUMEN

La metrología constituye la base de la confiabilidad en los procesos de las industrias altamente reguladas, donde la exactitud de las mediciones impacta directamente la calidad, la seguridad y la eficacia de los productos. Este artículo ofrece una perspectiva técnica sobre la gestión de la calibración con enfoque basado en el riesgo, sustentada en los principios del modelo GAMP® 5 y en las directrices de ICH Q9. A partir de mi experiencia profesional de más de tres décadas en la industria farmacéutica, se propone una visión aplicada de cómo la infraestructura de la calidad y la gestión metrológica pueden optimizar recursos, garantizar la calidad de los medicamentos, fortalecer el cumplimiento regulatorio y asegurar la integridad de las mediciones en sectores altamente regulados (ISPE, 2017).

INTRODUCCIÓN

Como pilar fundamental de la infraestructura de la calidad, la metrología desempeña un papel estratégico en la industria farmacéutica al garantizar la confiabilidad de las mediciones y la trazabilidad de los resultados. En un entorno regido por las Buenas Prácticas de Manufactura (GMP), la calibración de instrumentos es un requisito esencial para asegurar que los equipos utilizados en la producción, el control de calidad y el almacenamiento operen dentro de los límites establecidos.

A lo largo de mi trayectoria profesional en el sector

farmacéutico, he identificado que uno de los mayores retos consiste en mantener el equilibrio entre el cumplimiento normativo y la eficiencia operativa. Mientras que la regulación exige controles metrológicos estrictos, las organizaciones deben optimizar sus recursos para sostener sistemas confiables y sostenibles. De ahí la importancia de adoptar un enfoque de calibración basado en el riesgo, que priorice la criticidad de los instrumentos y dirija los esfuerzos hacia aquellos que tienen mayor impacto en la calidad del producto y la seguridad del paciente.

EL ENFOQUE GAMP® 5 Y LA GESTIÓN DEL RIESGO EN CALIBRACIÓN

El modelo GAMP® 5 (Good Practice Guide: A Risk-Based Approach to Calibration Management) establece que el grado de esfuerzo en la gestión de la calibración, su control y documentación aplicado a un sistema o proceso debe ser proporcional al riesgo que representa para la calidad del producto, la seguridad del paciente y la integridad de los datos (ISPE, 2017). Este enfoque integra tres conceptos clave: el primero es el ciclo de vida del instrumento de medición, que debe analizarse desde la fase de proyecto hasta la fase de operación. Estas fases están vinculadas por las prácticas comunes de ingeniería y gestionadas por las funciones y responsabilidades clave asociadas al ciclo de vida del instrumento. De acuerdo con este modelo, el proceso de calibración forma parte del ciclo de vida general y se ubica dentro de la fase de operación (Figura 1).



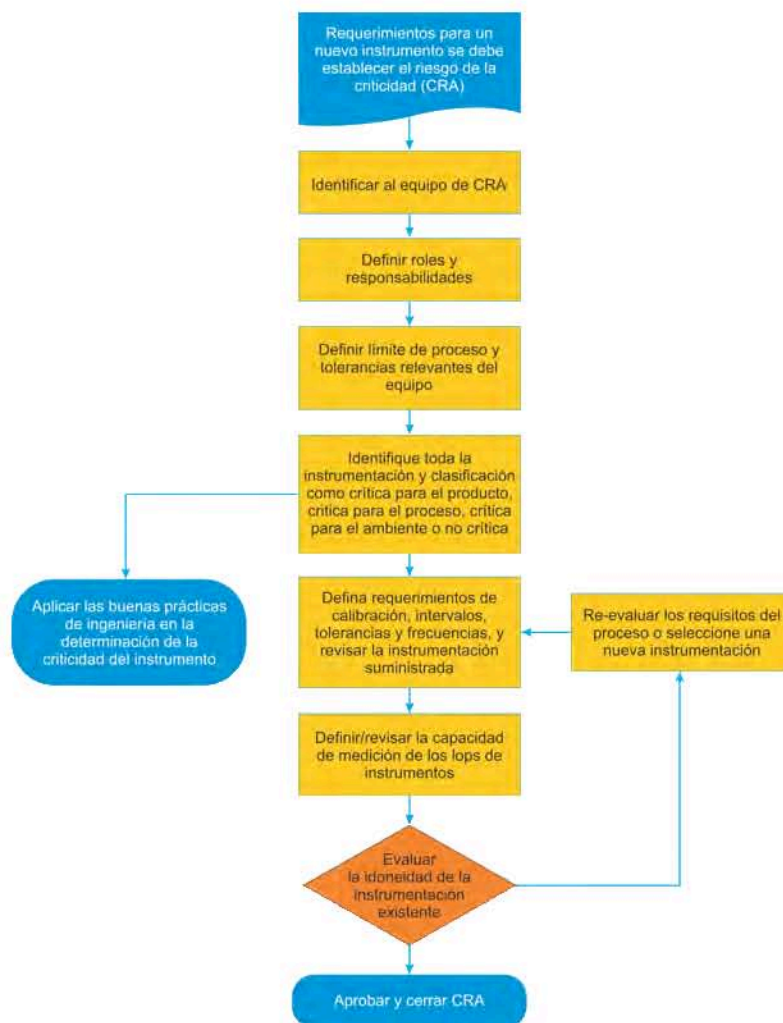


Figura 2. Análisis de riesgo de la criticidad de los instrumentos,

Aplicado al ámbito metrológico, este principio implica que la planificación, ejecución y verificación de las calibraciones deben dimensionarse según la criticidad del instrumento y el impacto potencial de su desviación. La evaluación del riesgo de criticidad de los instrumentos es fundamental para definir los límites de operación y la frecuencia de las calibraciones, el alcance según su uso en el proceso y la tolerancia del sistema para la selección adecuada de instrumentos (Figura 2).

La gestión del riesgo en calibración se apoya en tres elementos esenciales:

a) Evaluación de la criticidad: cada instrumento se clasifica conforme a su función dentro del proceso. Instrumentos críticos: influyen directamente en

parámetros de calidad o procesos validados.

Instrumentos no críticos: su desviación no afecta de forma inmediata la calidad final o cuenta con controles redundantes.

Esta clasificación inicial permite priorizar recursos y definir intervalos de calibración racionales.

b) Análisis del riesgo: se identifican los posibles modos de falla y sus consecuencias sobre la calidad, considerando tres factores: severidad (S), ocurrencia (O) y detección (D). El riesgo puede expresarse como $R = f(S, O, D)$, empleando matrices de 3x3 o 5x5 (ICH, 2005).

c) Controles proporcionales al riesgo: una vez identificado el nivel de riesgo, se establecen controles

diferenciados (Figura 3):

Riesgo alto: requiere procedimientos detallados, revisión independiente y calibraciones más frecuentes.

Riesgo medio: permite controles intermedios y frecuencias ajustadas.

Riesgo bajo: puede justificar una menor frecuencia o exclusión formal, si existe evidencia objetiva de estabilidad metrológica.

Los resultados deben documentarse en el Plan Maestro de Calibración (CMP), integrando las evaluaciones de riesgo y su trazabilidad dentro del ciclo de vida del sistema. Este enfoque optimiza la toma de decisiones, los recursos técnicos y garantiza la conformidad con ISO/IEC 17025:2017 e ILAC G24:2022, que enfatizan la necesidad de justificar científicamente los intervalos de calibración.

Este enfoque fortalece la toma de decisiones, optimiza los recursos técnicos y garantiza la conformidad con normas como ISO/IEC 17025:2017 e ILAC G24:2022, que enfatizan la necesidad de justificar científicamente

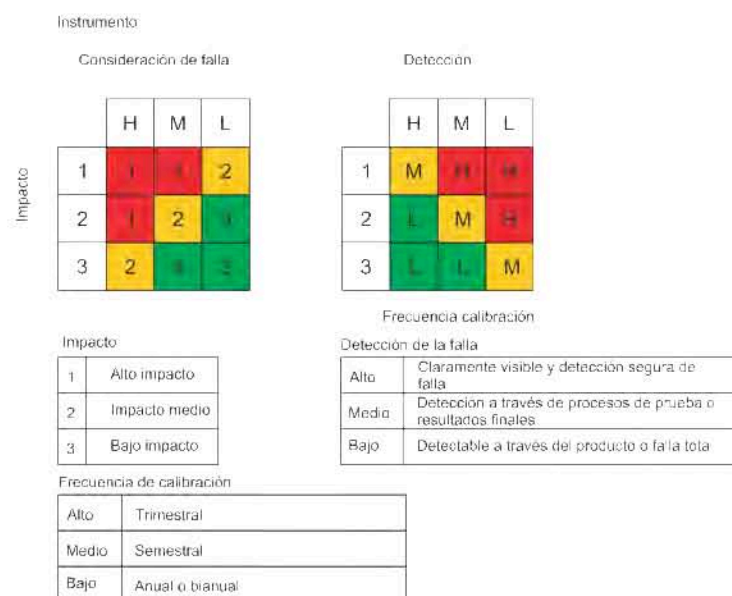
te los intervalos de calibración.

APLICACIÓN PRÁCTICA EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

La aplicación del enfoque basado en el riesgo en la gestión de calibraciones exige comprender de manera integral el proceso productivo y el papel que cada instrumento desempeña en él. En este punto, conocer claramente los atributos de calidad del producto adquiere relevancia para la toma de decisiones.

En la industria farmacéutica, donde los sistemas están regulados por las Buenas Prácticas de Manufactura (GMP), la calibración se convierte en un componente esencial para garantizar la trazabilidad metrológica y la confiabilidad de los resultados analíticos.

En la práctica, he constatado que la adopción de este enfoque permite alinear las decisiones técnicas con la gestión estratégica de la calidad. Las organizaciones que implementan modelos de calibración basados en riesgo logran no solo el cumplimiento regulatorio, sino también beneficios operativos y económicos significativos. Entre los resultados más notables destacan:



Fuente: ISPE (2010) Creado a partir de Instrumentation Life Cycle Approach GAMP 3. A Risk-Based Approach to Calibration Management

Figura 3. Análisis de riesgo para la gestión de frecuencias de calibración.



Priorización efectiva de calibraciones: concentrar recursos en instrumentos críticos para procesos validados o controles de parámetros críticos (CPP y CQA).

Optimización de intervalos de calibración: definir periodos con base en estabilidad histórica, verificaciones intermedias y tendencias de desempeño (ILAC G24:2022).

Integración con herramientas de análisis de riesgo: uso de AMFE o matrices de criticidad para justificar científicamente las frecuencias.

Cumplimiento con trazabilidad metrológica: referencia a patrones calibrados por laboratorios acreditados bajo ISO/IEC 17025:2017, garantizando resultados válidos y comparables.

Mejora de la eficiencia operativa: reducir sobrecalibraciones libera recursos técnicos y financieros para actividades de mayor valor agregado.

Estos resultados se traducen en procesos más confiables, sostenibles y auditables, fortaleciendo la capacidad de las organizaciones para responder ante inspecciones regulatorias de organismos como COFEPRIS, FDA o EMA. Además, la gestión de calibración basada en riesgo promueve una cultura metrológica madura, donde las decisiones se sustentan en evidencia, desempeño histórico y análisis estadístico, más allá de criterios rutinarios o prescriptivos.

CONCLUSIONES

La gestión de la calibración basada en el riesgo representa una evolución esencial dentro de los sistemas de calidad de la industria farmacéutica y de otros sectores regulados. Su aplicación permite orientar los esfuerzos hacia las mediciones que realmente impactan la calidad del producto, la seguridad del paciente y la integridad de los datos, consolidando un enfoque más racional, preventivo y sustentable.

La metrología, al integrarse como componente estratégico de la infraestructura de la calidad, deja de ser una función meramente operativa para convertirse en



un eje que sustenta la toma de decisiones basada en evidencia. Este enfoque fomenta la optimización de recursos, la reducción de riesgos y el fortalecimiento del cumplimiento regulatorio frente a autoridades nacionales e internacionales.

Desde la experiencia adquirida a lo largo de más de tres décadas en la industria farmacéutica, puedo afirmar que la implementación de sistemas de calibración basados en riesgo no solo mejora la eficiencia y la confiabilidad de los procesos, sino que también impulsa la madurez metrológica organizacional, promoviendo una cultura de calidad sustentada en el conocimiento, la trazabilidad y la mejora continua.

La consolidación de este modelo contribuye a fortalecer la competitividad de la industria mexicana en el contexto global, alineándola con las tendencias internacionales en gestión del riesgo, sostenibilidad y

digitalización de los sistemas metrológicos. En consecuencia, la metrología se reafirma como una disciplina clave para garantizar la innovación responsable y el desarrollo sostenible dentro del marco de la infraestructura de la calidad.

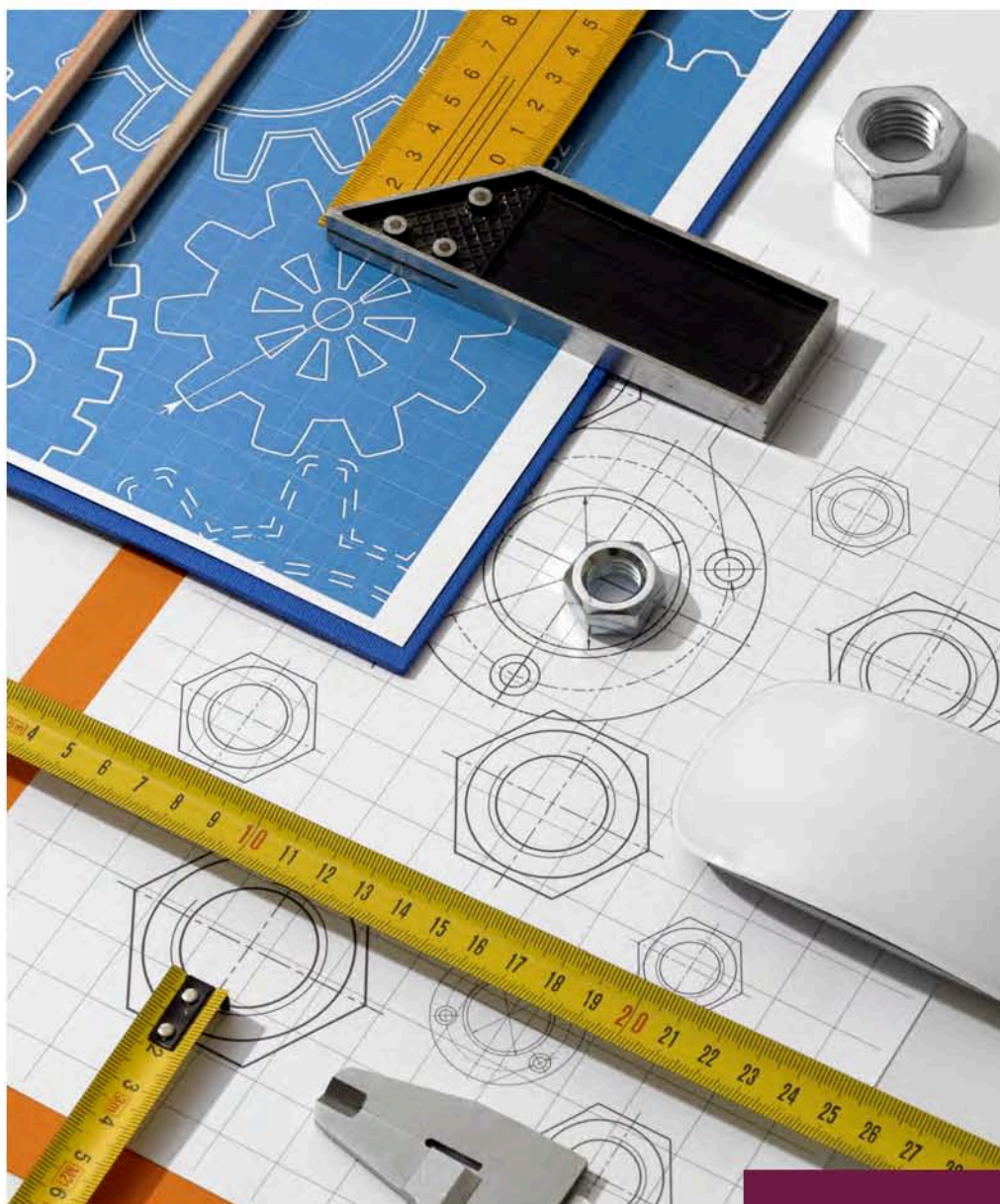
REFERENCIAS

- ISPE. (2017). GAMP® 5: A Risk-Based Approach to Compliant GxP Computerized Systems. International Society for Pharmaceutical Engineering.
- International Council for Harmonisation (ICH). (2005). Q9 Quality Risk Management.
- ISO/IEC 17025:2017. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- ILAC G24:2022. Guidelines for the Determination of Calibration Intervals of Measuring Instruments.
- FDA. (2023). 21 CFR Part 211 – Current Good Manufacturing Practice for Finished Pharmaceuticals.

METROLOGÍA:

HABILIDAD CLAVE PARA LA INDUSTRIA MODERNA

Dra. María Guadalupe López Granada
Messen Academy



La metrología, ciencia de la medición, es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo industrial, científico y tecnológico en el mundo, debido a que es la base para garantizar productos y servicios de calidad que compitan en los mercados globales [1,2]. En México es cada vez más necesaria debido al aumento en la demanda industrial y que ello permite contar con elementos reales que permitan establecer la calidad de productos y servicios ofrecidos tanto en el país como a nivel global. Sin embargo, aún existen brechas importantes en la formación técnica y en la comprensión del papel estratégico que juega la medición en la calidad, la seguridad y la innovación [3].

Desde hace ya más de veinte años he tenido la oportunidad de relacionarme en el mundo de la metrología, tanto en entornos industriales como en procesos de capacitación, certificación y aseguramiento de la calidad. Bajo esta perspectiva, considero que la medición, lejos de ser un proceso rutinario, constituye una competencia profesional elemental que transforma la manera en que las personas interpretan su entorno técnico y toman decisiones. Aprender a medir y saber hacerlo no es solamente obtener un número que indique un valor: va más allá de eso, es saber interpretarlo en todo su contexto, es comprender la incertidumbre asociada, interpretar resultados, validar métodos y garantizar que los productos cumplan con especificaciones que afectan a la seguridad, el funcionamiento y la confiabilidad [4].

LA METROLOGÍA COMO BASE DEL DESARROLLO INDUSTRIAL

En el sector productivo de nuestro país, la metrología ha adquirido relevancia en sectores tales como el automotriz, metalmecánico, aeronáutico, manufactura avanzada, farmacéutico, alimentos, así como en laboratorios de ensayo y calibración, en donde la caracterización de materiales, buenas prácticas de laboratorio, el control dimensional, mediciones eléctricas, calibración de instrumentos de medición, correcta interpretación de planos, representan procesos esenciales para la competitividad. En este sentido no hay innovación posible sin mediciones confiables, repetibles y trazables a patrones nacionales e internacionales [5,6] (Figura 1).

Uno de los retos con los que me he enfrentado es la falta de profesional capacitado para realizar mediciones esenciales de manera correcta y con fundamento metrológico, y si vamos más allá de lo básico, en el área de especialización es aún más grande la escasez de profesional con competencias técnicas. Esta falta de competencias técnicas y la comprensión real de aspectos metrológicos afecta directamente el control de procesos, el aseguramiento de la calidad y el cumplimiento normativo [7].



Figura 1. Instrumentos de medición.



Figura 2. Dimensionamiento.



Figura 3. Interpretación de planos.

EL VALOR DE APRENDER A MEDIR:

HABILIDADES TÉCNICAS PARA LA VIDA LABORAL

Una de las necesidades más evidentes en la industria enfocándonos en nuestro entorno en México, es el fortalecimiento de competencias técnicas específicas. La metrología desarrolla habilidades que van más allá del uso de un vernier o un micrómetro; implica pensamiento crítico, análisis de datos, verificación, validación y comunicación y expresión clara de resultados [8].

A lo largo de estas dos décadas he visto cómo, cuando se desarrolla esta habilidad, los colaboradores adquieren confianza, criterio técnico y la capacidad de resolver problemas complejos en el piso de producción o en el laboratorio. Las mediciones se convierten en una herramienta para prevenir fallas, mejorar procesos y respaldar decisiones. En un entorno de industria 4.0, donde sensores, sistemas de monitoreo y análisis de datos se integran en los procesos, la metrología adquiere un rol aún más estratégico [9,10] (Figura 2).

El desarrollo metrológico enfrenta desafíos vinculados con la capacitación continua, la disponibilidad de

talento especializado y la integración de la metrología en la cultura organizacional. Es necesario cerrar la brecha entre lo que la industria requiere y la formación tradicional. Hoy más que nunca, el país necesita técnicos y especialistas capaces de asegurar la calidad de los productos que se consumen y exportan. La demanda global no se centra en cumplir especificaciones; exige demostrar la competencia técnica mediante mediciones confiables y comparables internacionalmente [6].

Siendo la metrología un lenguaje universal, la normatividad internacional permite y da la certeza de que un componente fabricado en México encaje sin contratiempos en un sistema ensamblado en cualquier parte del mundo [5]. Es aquí donde el papel de México dentro del sistema metrológico internacional continúa fortaleciéndose, puntualmente y desde el sector donde me encuentro tengo el privilegio de poder sumar y aportar para fortalecer la cultura metrológica, que no solo mejore la competitividad de los sectores, sino que también permita integrarse a las cadenas de suministro cada vez más exigentes (Figura 3).



CONCLUSIÓN

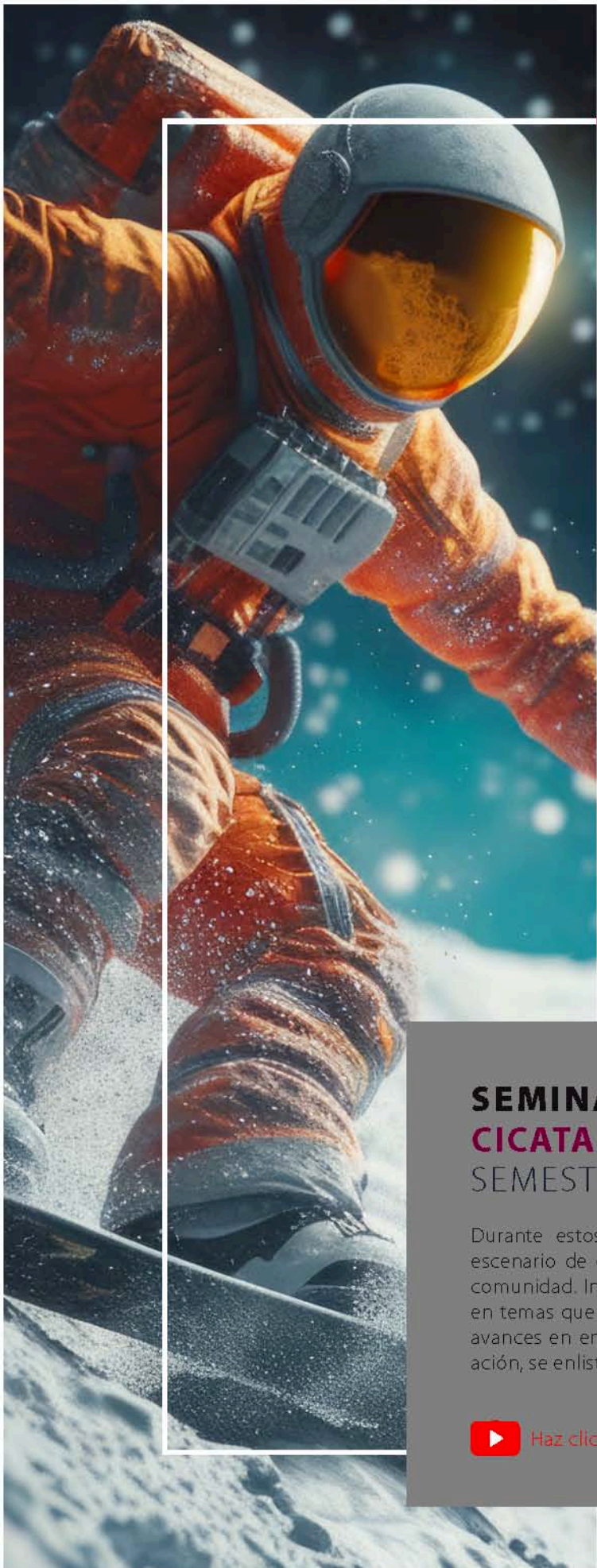
La metrología, como ciencia de las mediciones, no debe verse solo como un requisito técnico, sino como un elemento que sostiene el desarrollo industrial, el comercio, la innovación y la calidad en todos los ámbitos. Formar personal competente, capaz de comprender el valor de medir con precisión y de interpretar resultados con criterio, es una inversión que transforma procesos, organizaciones y oportunidades. La metrología desde su esencialidad aporta orden, claridad y precisión a procesos que, de otra forma, quedan sujetos a interpretaciones.

Durante más de veinte años he encontrado en la metrología no solo un campo de especialización, sino un espacio donde mi vocación formativa cobra sentido. Convencida estoy que la educación es la base de la transformación real y eso me permitió fundar messenacademy y de la mano de un grupo de expertos técnicos en metrología con experiencia en la industria, brinda un espacio de formación, donde aprender a medir es aprender a ver con claridad, a cuestionar, a analizar y a tomar decisiones fundamentadas. Cada curso, cada grupo y cada proceso formativo reafirma mi convicción de que la metrología no solo mejora procesos: también transforma a las personas. Y es en ese impacto humano donde encuentro la mayor motivación para seguir aportando.

REFERENCIAS

- [1] BIPM. (2019). The International System of Units (SI Brochure) (9th ed.). Bureau International des Poids et Mesures.
- [2] BIPM. (2012). International Vocabulary of Metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM) (JCGM 200:2012). Bureau International des Poids et Mesures.
- [3] García, J., & López, P. (2019). Formación continua y competencias técnicas en la industria moderna. *Revista Iberoamericana de Educación Tecnológica*, 14(2), 45–60.
- [4] JCGM. (2008). Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). Joint Committee for Guides in Metrology.
- [5] ISO. (2017). ISO/IEC 17025:2017 — General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization.
- [6] NIST. (2024). NIST Measurement Quality Assurance Program. National Institute of Standards and Technology.
- [7] OIML. (2020). International Recommendations and Documents on Legal Metrology. International Organization of Legal Metrology.
- [8] Tünnermann, C. (2011). La educación superior en la era del conocimiento. UNESCO.
- [9] Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum.
- [10] Li, B., & Wang, L. (2021). Smart manufacturing: Applications of metrology and digital technologies. *Journal of Manufacturing Systems*, 59, 367–380.





SEMINARIO MULTIDISCIPLINARIO **CICATA UNIDAD QUERÉTARO** SEMESTRE B2025

Durante estos meses, el Aula Magna del IPN-CICATA Querétaro fue escenario de charlas que acercaron la ciencia y la tecnología a toda la comunidad. Investigadores y especialistas compartieron sus experiencias en temas que fueron desde la innovación en salud y nutrición, hasta los avances en energía, metagenómica y detección de especies. A continuación, se enlistan los seminarios que formaron parte de este ciclo.



Haz clic en cada imagen para ver la grabación.



“Agroecología: de elicitores a bioestimulantes”

Dra. Samantha de Jesús Rivero Montejo, UAQ.
3 de septiembre 2025.

El seminario abordó el papel de los bioestimulantes y elicitores como herramientas sostenibles para mejorar la productividad agrícola y la resiliencia de los cultivos. Se destacó el potencial de los bioinsumos microbianos para fortalecer la resistencia vegetal y reducir el impacto ambiental. Además, se explicó cómo las técnicas óhmicas permiten desarrollar agentes de control biológico más precisos para la agricultura del futuro.

“El Neurólogo Digital: IA multimodal para detectar y entender las enfermedades cerebrales”

Dr. Gendry Alfonso Francia, Consultor en
Inteligencia Artificial, Aprendizaje Profundo,
IA. 10 de septiembre 2025.

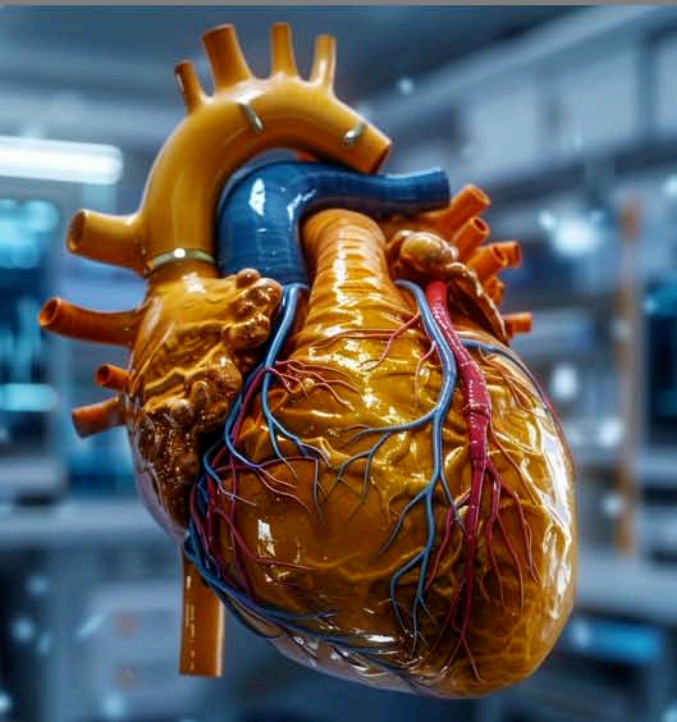
Se abordó cómo la inteligencia artificial multimodal está revolucionando la detección y comprensión de enfermedades cerebrales. Se presentaron herramientas que integran imágenes, datos clínicos y señales neurológicas para mejorar el diagnóstico. Además, se destacó el potencial de estas tecnologías para apoyar tratamientos más precisos y personalizados.



“Un Latido Compartido: El viaje interdisciplinario hacia una Válvula Aórtica Funcional”

Dra. Araceli Zapatero Gutiérrez, UAQ.
17 de septiembre 2025.

El seminario presentó un enfoque interdisciplinario para el desarrollo de una válvula aórtica funcional, integrando ciencia, ingeniería y medicina. Se abordaron los retos técnicos y biológicos en su diseño y evaluación. Asimismo, se destacó la colaboración entre disciplinas como clave para avanzar en soluciones cardiovasculares innovadoras.





“Micromovilidad: Nuevo Paradigma Urbano en México.

Alianza estratégica entre el IPN y el ITESM para mitigar problemas de movilidad en CDMX”

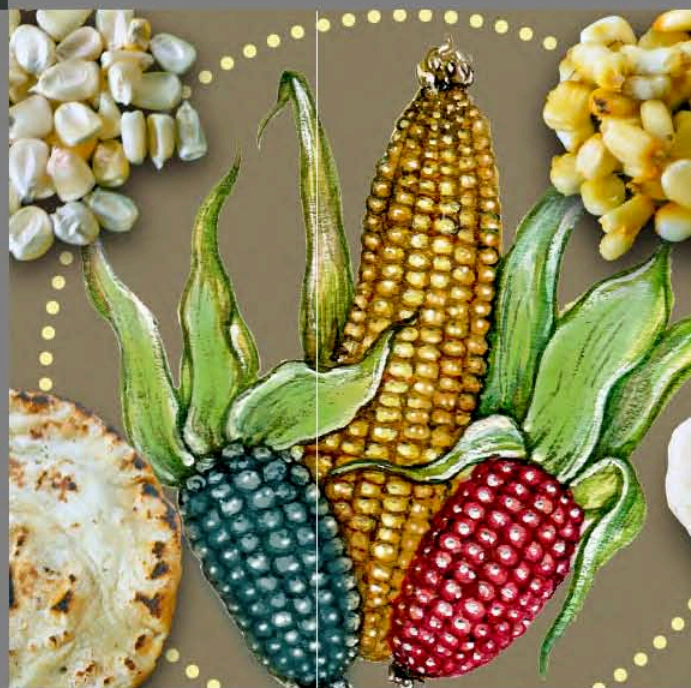
Dra. Jenny Díaz Ramírez, Profesora del Tecnológico de Monterrey y Dr. Luis Rodrigo Silva Sánchez, fundador de la RAKIGORA Systems. 24 de septiembre 2025.

El seminario analizó la micromovilidad como una alternativa innovadora para mejorar la movilidad urbana en México. Se presentó la alianza entre el IPN y el ITESM para atender los retos de transporte en la Ciudad de México.

“La pelagra y la nixtamalización: La herencia y la venganza de Moctezuma. Joseph Woldberger: Un investigador de época”

Dr. Eduardo Morales Sánchez, IPN-CICATA
Querétaro. 8 de octubre 2025.

Una charla informativa sobre una enfermedad asociada al maíz que, debido a creencias mágicas y fuertes prejuicios sociales y económicos, fue durante mucho tiempo mal interpretada, impidiendo su diagnóstico y tratamiento adecuados. El análisis histórico y científico de la pelagra permitió reconocer la relevancia de la nixtamalización en las culturas de Centro y Mesoamérica.



“La luz y sistemas moleculares basados en carbono: desde aplicaciones biomédicas hasta el estudio de la bióptica de especies”

Dr. Gabriel Ramos Ortiz, Centro de Investigaciones en Óptica. 15 de octubre 2025.

El seminario presentó investigaciones sobre nuevos materiales orgánicos desarrolladas por el Grupo de Óptica No Lineal y Fotofísica del CIO, desde un enfoque multidisciplinario. Se expuso la convergencia de la óptica, biología y química en aplicaciones biomédicas, sensores, fototerapias, energía y optoelectrónica. Asimismo, se discutieron las propiedades científicas y prácticas de estos materiales y las oportunidades de colaboración futuras.





“Energía nuclear y el transporte”

Dr. Gonzalo Alonso Ramos López,
IPN-CICATA Querétaro.
29 de octubre 2025.

En el transporte cotidiano se utiliza mayoritariamente gasolina u otros combustibles fósiles. Si bien en años recientes el transporte eléctrico ha incrementado su penetración a nivel mundial, poco se ha discutido sobre los esfuerzos por emplear otras fuentes de energía que no emitan gases de efecto invernadero ni contaminantes atmosféricos, como la energía nuclear, para atender los retos del transporte. Estos temas serán abordados en la presente exposición.

“Implementación de una herramienta educativa mediante la impresión 3D para desarrollar el pensamiento creativo en estudiantes de diseño industrial”

Dra. Lorena Cabrera Frías.
5 de noviembre 2025.

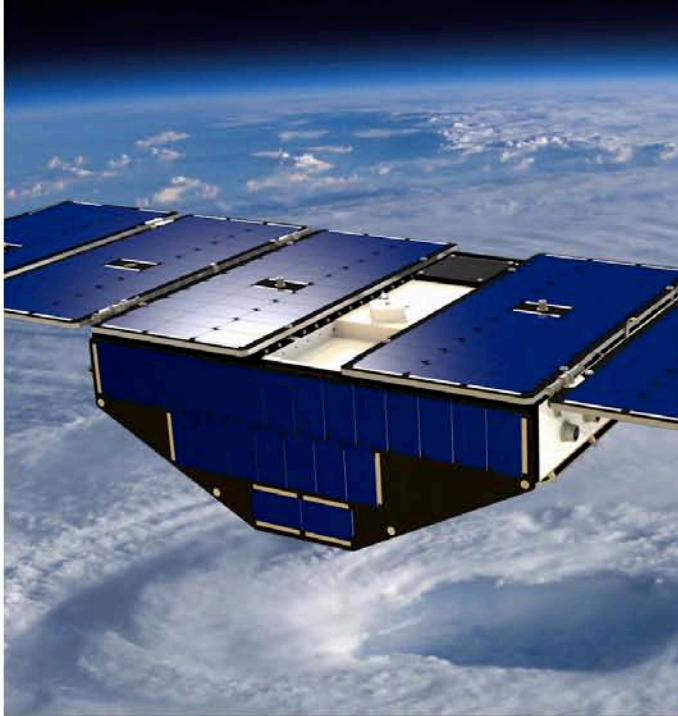
El estudio muestra cómo la impresión 3D puede emplearse como herramienta pedagógica para fortalecer la creatividad en estudiantes de diseño industrial. A través de metodologías activas y prototipado colaborativo, se observaron mejoras en la flexibilidad y elaboración de ideas. Los resultados destacan que priorizar la calidad sobre la cantidad prepara mejor a los estudiantes para contextos de innovación.



“Inteligencia Artificial y Derechos Humanos”

Celia Solís Quirino, CNDH.
12 de noviembre 2025.

Este seminario abordó la relación entre la inteligencia artificial y los derechos humanos, analizando sus implicaciones éticas, sociales y legales. Se discutieron los riesgos y oportunidades del uso de estas tecnologías en distintos contextos. Asimismo, se reflexionó sobre la importancia de un desarrollo responsable que garantice la dignidad, la equidad y la justicia.



"The Nasa Cygnss Mission And Gnss-R Applications"

Chris Ruf, NASA.
26 de noviembre 2025.

La charla se centró en la misión CYGNSS de la NASA y en el uso de técnicas GNSS-R para el análisis de fenómenos atmosféricos y de la superficie terrestre. Se mostró cómo estos sistemas permiten estudiar huracanes, humedad del suelo y condiciones oceánicas. Finalmente, se subrayó su importancia para el monitoreo ambiental y el avance de la investigación científica.

"Corrección de la distorsión en imágenes mediante métodos tradicionales y aprendizaje profundo"

Dr. Pablo Vera Alfaro, IPN-CICATA Querétaro.
3 de diciembre 2025.

En este seminario se abordaron distintas técnicas para la corrección de la distorsión en imágenes, combinando métodos tradicionales con enfoques basados en aprendizaje profundo. Se analizaron las ventajas y limitaciones de cada estrategia en diversos escenarios. Asimismo, se destacó el potencial de estas herramientas para mejorar la calidad y precisión en aplicaciones de visión por computadora.



"Innovación mediante la integración: una perspectiva multidisciplinaria en la investigación actual"

M. en T.A. Khemisset Marcos Escobar,
IPN-CICATA Querétaro.
10 de diciembre 2025.

A lo largo del seminario se destacó cómo la integración de distintas disciplinas impulsa la innovación en la investigación científica actual. Se presentaron ejemplos de colaboración entre áreas que permiten abordar problemas complejos desde múltiples enfoques. Finalmente, se enfatizó el valor del trabajo multidisciplinario para generar soluciones más sólidas y pertinentes.



“Innovación sustentable en la construcción”

Mtra. Susana Armas, Arquitecta y Especialista
en Dirección de Proyectos.
17 de diciembre 2025.

Durante el seminario se analizó cómo la incorporación del Lean Thinking impulsa la innovación sustentable en el sector de la construcción. Se discutieron estrategias para optimizar procesos, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia. Asimismo, se destacó su impacto positivo en la sostenibilidad y en la calidad de los proyectos constructivos.

CICATA QUERÉTARO

Te invitamos a conocer nuestros programas de:

- ESPECIALIDAD
- MAESTRÍA
- DOCTORADO

Consulta nuestros programas [aquí](#).

LINEAS DE INVESTIGACIÓN

- Análisis de imágenes
- Biotecnología
- Energías alternativas
- Mecatrónica
- Desarrollo Sostenible

SOLICITUD DE DONATIVO

Los aspirantes a ingresar al programa académico deberán cubrir el monto correspondiente al proceso de admisión.

Los aspirantes admitidos deberán formalizar su inscripción al programa sin pago obligatorio alguno, pero con la posibilidad de realizar la aportación voluntaria como donativo por apertura de expediente a la cuenta que les sea indicada por la unidad académica correspondiente. Las cuentas de captación de donativos deberán corresponder a las instancias del Instituto Politécnico Nacional facultadas para el efecto

BECAS

Los alumnos aceptados podrán ser postulados a una Beca SECIHTI en caso de cumplir con los requisitos establecidos por este organismo. Además, podrán aspirar a una Beca Estímulo Institucional de Formación de Investigadores (BEIFI) del IPN.

Los interesados podrán consultar la página www.cicataqro.ipn.mx, escribir a posgradoqro@ipn.mx o solicitar informes con la Lic. Araceli Guadalupe Vargas Fuentes a los teléfonos +52 (55) 5729-6000 y +52 (55) 5729-6300 extensiones 81016 o 81050 del Departamento de Posgrado. El IPN-CICATA Unidad Querétaro se encuentra en Cerro Blanco 141, Col. Colinas del Cimatario, Querétaro, Qro. C.P. 76090.

*Registro en la Dirección General de Profesiones de la SEP:
Maestría: 311576, 15-mayo-2000
CONVOCATORIA APROBADA POR COLEGIO DE PROFESORES CICATA QRO.

Cualquier situación originada durante el proceso de admisión y no contemplada en la presente convocatoria, se resolverá con pleno apego al Reglamento de Estudios de Posgrado por la autoridad competente según el caso.

Consulta en:
www.posgrado.ipn.mx/Paginas/Normatividad.aspx



EGRESADOS

SEPTIEMBRE - DICIEMBRE 2025

PREDOCTORADO

20/10/2025

DELIA NOHEMI PINEDA CRUZ

"Estudio de la liberación de la amilosa en HYLON VII mediante microondas y evaluación de ultrasonido para favorecer la reorganización"

Dirigido por:
Dr. Gonzalo Velázquez de la Cruz.
Dr. Adrián Guadalupe Soler Martínez.

21/11/2025

OMAR GUSTAVO ALVARADO MANCILLA

"Modelo predictivo de precios de gases de combustión, como activo energético para cogeneración en el sector industrial local"

Dirigido por:
Dr. Eduardo Morales Sánchez.
Dr. Jonás Velasco Álvarez.

DOCTORADO

30/10/2025

BERENICE VALDEZ RODRÍGUEZ

"Efecto del germinado de frijol sobre la regulación de marcadores moleculares asociados al desarrollo de la obesidad en un modelo in vivo"

Dirigido por:
Dr. Gonzalo Velázquez de la Cruz.
Dra. Ma. Guadalupe del Carmen Méndez Montealvo.



EVENTOS DESTACADOS

IPN - CICATA QUERÉTARO

M.C.D.N. Alejandra Castillo Martínez
IPN - CICATA Unidad Querétaro



29° Aniversario DEL IPN-CICATA QUERÉTARO

Se transmitió un mensaje institucional reconociendo logros alcanzados en casi tres décadas de trabajo. El evento invitó a reflexionar sobre el crecimiento del centro y su impacto en la región. También se proyectaron objetivos y retos para el futuro

4 de septiembre, 2025.

4ª edición ICASAT 2025

Reunió a especialistas nacionales e internacionales en ciencia aplicada y tecnología avanzada. Se realizaron conferencias, talleres y presentaciones sobre innovación y sostenibilidad. El congreso fortaleció la proyección internacional del centro.



1 al 3 de octubre, 2025.

1ª Feria de **SEXUALIDAD Y EROTISMO**

Espacio educativo para reflexionar sobre cuerpo, placer, diversidad y salud sexual sin tabúes. Se ofrecieron actividades, dinámicas y charlas con un enfoque ético y respetuoso. El evento abrió conversaciones necesarias desde una perspectiva científica y humanista.

10 de octubre, 2025.



Visita **DE LA UPIIH - IPN HIDALGO**

Estudiantes y docentes conocieron la Especialidad en Soldadura y su aplicación industrial. La visita incluyó recorrido en Eurowelding para observar procesos avanzados. Se reforzó la colaboración entre unidades del IPN y el sector productivo.

23 de octubre, 2025.





Cumbre de **INNOVACIÓN INDUSTRIAL QUERÉTARO 2025**

El CICATA participó en paneles y actividades sobre competitividad e innovación empresarial. Se habló sobre tecnología, sostenibilidad y vinculación estratégica. El evento promovió alianzas entre academia, industria y gobierno.

30 de octubre, 2025.



Feria de **RESIDENCIAS PROFESIONALES - ITSJR**

Se presentó la oferta académica y líneas de investigación a estudiantes interesados en residencias. Investigadores del centro compartieron proyectos disponibles y áreas de colaboración. El evento fomentó la vinculación con instituciones tecnológicas del estado.

7 de noviembre, 2025.

Feria de **CIENCIAS QUERÉTARO 2025**

Se llevaron actividades interactivas y experimentos para públicos de todas las edades. El CICATA reafirmó su compromiso con la divulgación científica comunitaria. Se fomentó la curiosidad y el pensamiento crítico en niñas, niños y jóvenes.

10 al 14 de noviembre, 2025.



CONGRESO INNOVA-ED

Congreso dedicado a la innovación educativa, con talleres, conferencias y demostraciones tecnológicas. Se compartieron buenas prácticas para mejorar los procesos educativos. La participación del CICATA fortaleció el intercambio académico.

10 al 14 de noviembre, 2025.





Visita de la
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CHIAPAS

Estudiantes de Mecatrónica recorrieron laboratorios y conocieron proyectos de desarrollo tecnológico. La visita permitió explorar colaboraciones en automatización e ingeniería. Se fortaleció el vínculo interinstitucional entre entidades del sur y del centro del país.

11 de noviembre, 2025.



Semana de
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL CETIS NO. 16

El CICATA participó con ponencias, talleres y actividades de divulgación. Se acercó el quehacer científico a estudiantes de nivel medio superior. El evento promovió vocaciones científicas y la articulación académica.

18 al 20 de noviembre, 2025.

Informe

A LA AGENCIA DE ENERGÍA

El IPN-CICATA Querétaro entregó a la Agencia de Energía un informe técnico que confirma el potencial solar, eólico e hidrógeno verde del estado.

Este documento ofrece información estratégica para fortalecer la política pública y avanzar con firmeza hacia una transición energética sostenible y competitiva.



24 de noviembre, 2025.

Congreso

DEL CLÚSTER DE ENERGÍA

El CICATA participó en un encuentro que reunió a líderes industriales, académicos y gubernamentales del sector energético. Se presentaron capacidades del centro en innovación, energías limpias, eficiencia energética y tecnología aplicada. Se fortalecieron alianzas estratégicas para futuros proyectos de investigación y transferencia tecnológica.



27 de noviembre, 2025.



innovate