

El laboratorio de Metrología desde el CI hasta el ICAT (1979-2020)

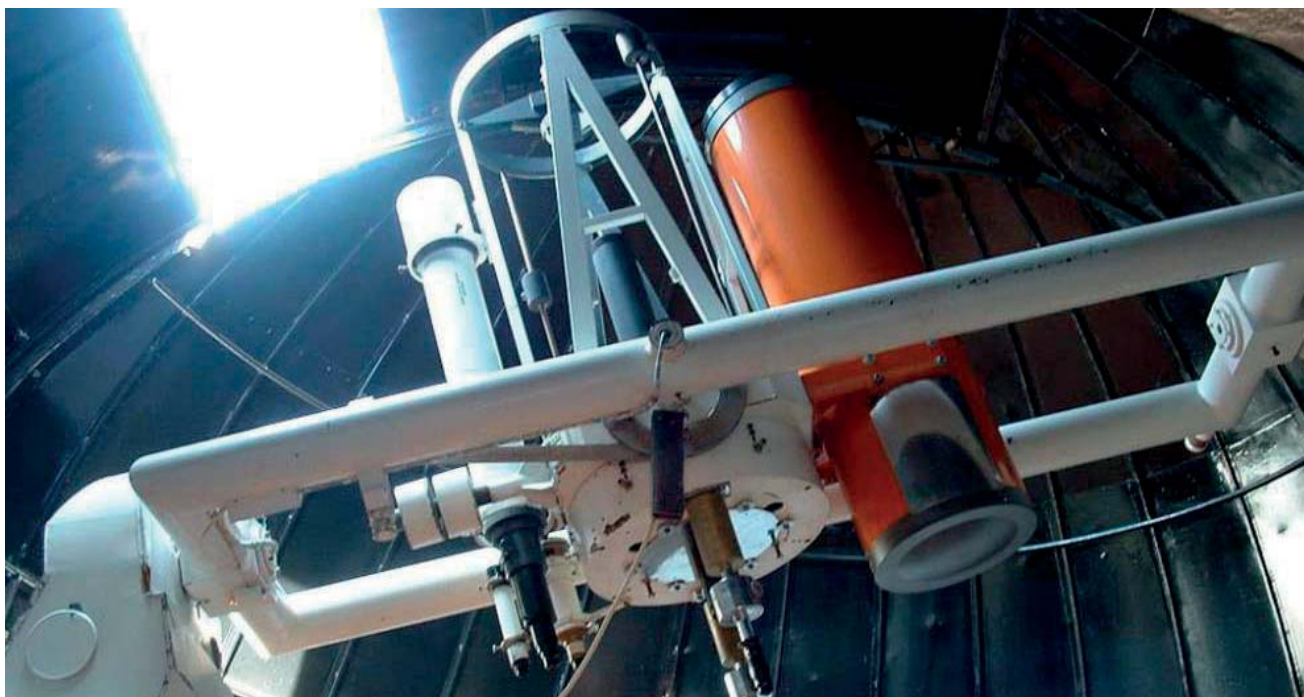
Dr. José Sánchez Vizcaíno y M. en I. Gerardo A. Ruiz Botello

A lo largo de 2017, con motivo del 35 aniversario de la constitución de la Sección de Metrología del Centro de Instrumentos (CI) y su 30 aniversario como laboratorio acreditado, sus fundadores, José de la Herrán (Premio Nacional en Tecnología y Diseño (1983) y Premio Universidad Nacional en Creación Artística y Extensión de la Cultura (2005) y quienes esto escriben (ingresamos al Centro de Instrumentos en 1977), así como los demás integrantes del laboratorio: Rigoberto Nava (1982), Sergio Padilla (1988), Benjamín Valera (1994) y David Palomino (2008), compartimos con la audiencia del ICAT en los martes coloquiales, experiencias de motivación tecnológica que dieron origen al Laboratorio de Metrología.

En otros coloquios abordamos las implicaciones de la redefinición del Sistema Internacional de Unidades, vigente a partir del 20 de mayo de 2019 (Día Internacional de la Metrología) y el proceso del establecimiento del Sistema Metrológico Nacional y su inserción en el Sistema Metrológico Internacional, que dicho sea de paso, nos habilitó como laboratorio acreditado para emitir informes y certificados de medición y calibración con validez internacional, a través de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo (MRA, por sus siglas en inglés) y de la *International Laboratory Accreditation Cooperation* (ILAC), de los cuales son signatarias la mayoría de las entidades de acreditación de los países del mundo.



Grupo de Ingeniería de Precisión y Metrología.
De Izq. a Der.: Gerardo Ruiz*, José de la Herrán*, Rigoberto Nava, José Sánchez*, Sergio Padilla, Benjamín Valera y David Palomino. (*Fundadores)



Telescopio de la Serie Géminis diseñado y construido entre el CI y el Instituto de Astronomía de la UNAM en las décadas 70 y 80. Foto tomada del Blog, "México, Cerca de las Estrellas", 9 de febrero de 2021

Desde el punto de vista de nuestro grupo académico, con formación en ingeniería, la instrumentación y más aun el desarrollo de nueva instrumentación, no puede darse sin el concurso de la mecánica de alta exactitud, la electrónica y la computación, asociadas al procesamiento digital de alta sensibilidad, densidad y velocidad; así como la óptica.

Algunos de los proyectos que demandaron fuertemente estas especialidades y que motivaron el origen de nuestro laboratorio y nos ocuparon a partir de los años 80 fueron: la instalación del telescopio de 2.12 m de diámetro en su espejo primario, del Observatorio Astronómico Nacional (OAN), en San Pedro Mártir, B.C.; el diseño, fabricación e instalación, en colaboración con el Instituto de Astronomía, de varios telescopios de 40 a 60 cm de diámetro en su óptica principal, localizados en diversos observatorios del país, como el de la Universidad

de Guanajuato, instalado en el Cerro de la Luz en ese estado; el de la Sociedad Astronómica Mexicana, en el Cerro de las Ánimas en Chapa de Mota, Edo. de México; el del Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara; el del Centro Ecológico de Sonora, en Hermosillo, Son.; y el de la Universidad Autónoma de Zacatecas, localizado en el Cerro de la Virgen en esa entidad; así como el diseño, fabricación e instalación de transmisiones auxiliares de telescopios de menor diámetro en el OAN.

Nos dimos cuenta que teníamos en México la capacidad de diseño, pero no la de fabricación de los trenes de engranes para telescopios con la exactitud mecánica requerida para su movimiento controlado, ni los recursos para su verificación o inspección. Esta carencia, que afectaba en general el desarrollo de la instrumentación con elementos mecánicos como componentes esenciales de la

misma, representaba un nicho de oportunidad para plantearse el establecimiento de un laboratorio de metrología que coadyuvara a llenar ese vacío en la UNAM y en el país.

De ahí que en 1978, con el apoyo del Ing. Héctor del Castillo González, Director en ese momento del CI, iniciamos actividades con el proyecto de diseño, fabricación y metrología de engranes, que sirvió como base para plantearnos a su vez, poco tiempo después, el proyecto de establecer el Laboratorio de Metrología, el cual en 1982, siendo director el M. en C. Héctor Domínguez Álvarez, se constituyó formalmente dentro de la estructura orgánica del Centro de Instrumentos como la Sección de Metrología, con los objetivos de apoyar el desarrollo de instrumentación científica e industrial; ofrecer servicios tecnológicos en diseño mecánico y metrología dimensional con acreditamiento en medición de piezas y calibración de patrones; formar recursos humanos en ingeniería mecánica, metrología e instrumentación; difundir los resultados de nuestro trabajo en los medios apropiados y representar a la institución en los organismos relacionados con la metrología por encargo de la UNAM.

Otro proyecto, encabezado por el Dr. Fernando Alba Andrade, que demandaba instrumentación mecánica de alta exactitud, fue el desarrollo de ultracentrífugas para el enriquecimiento isotópico de uranio a partir de UF₆. De este proyecto se nos encomendó, entre otras cosas, el análisis de vibraciones y balanceo de rotores para el primer modo de vibración. Un modelo de 1.2 Kg, y su proceso de balanceo a 15,000 rpm fue finalmente realizado y compartido con el Instituto de Física. Huelga decir que a esas velocidades o mayores, distorsiones o desalineamientos cercanos a los micrómetros pueden tener efectos muy destructivos. Humberto Sotelo González, -con quien formábamos el grupo de mecánica en ese entonces-, con el ingenio y creatividad que le caracterizaban, consiguió rápidamente levitar los rotores en rodamientos magnéticos desarrollados por él mismo, y para festejar ese logro, nos invitó a comer carne asada en el

Ajusco con sus espejos de Fresnell, fabricados también por él mismo de manera por demás ingeniosa.

No podemos dejar de mencionar tampoco otros nombres de entusiastas académicos pertenecientes a la primera generación del CI como Jaime Pimentel Henkel, Javier Sierra Vázquez y Manuel Estévez, entre otros, que no pueden olvidarse en esta etapa histórica del CI; fueron ellos quienes desarrollaron los controladores de velocidad para el guiado de telescopios en $1 \pm 1.2 \times 10^{-6}$ rev/día, y de avance-retroceso 10 a 100 veces mayores; y colaboraron con nosotros también en el desarrollo de sensores de vibraciones sin contacto o estabilización térmica de “hornos” en ± 0.1 °C. Todos pertenecíamos al Departamento de Diseño y Desarrollo compuesto esencialmente de dos grupos: mecánica y electrónica. También recordamos con afecto a Héctor Riveros Rotgé (Secretario Académico), Ricardo Ruiz Boullosa, Manuel Álvarez Icaza, Armando Solar González, Ramón Díaz Nava, Roberto Sayavedra Soto, Gerardo Ávila Soberanes, Valentín Medina, Alfonso Macías López, Adolfo Gómez Ruiz, José Saniger Blesa y, por supuesto, a Martín Briseño Garduño. De otros departamentos recordamos con afecto a Antonio Castruita Vargas, Clara Alvarado Zamorano, Adrián Oskam y, por supuesto, al inolvidable José Luis Pérez Silva, quien durante muchos años, muy temprano por la mañana, inundaba con sus interpretaciones de diversas canciones todos los espacios del Centro.

Es necesario reconocer a nuestros compañeros administrativos del taller mecánico Juan Arenas Berrocal, Napoleón Díaz Furrusca, Valentín López Cabañas, Hiram Galván Lecón y José Rubí Rubí, entre otros, mecánicos de alta especialidad y entusiasmo inquebrantable, que desafiaron los retos de fabricar las partes que se les solicitaran, no importando que tan complejas o exactas fueran. Y de manera más general, también debemos mencionar que el CI alojó talleres de mantenimiento de microscopios ópticos, microscopios electrónicos, balanzas analíticas, mecanismos de relojería, ultracongeladores,

ultracentrífugas, y un largo etcétera, junto con la impartición de cursos sobre esos temas. Estas capacidades y la experiencia acumulada asociada a esas actividades se abandonaron y se perdieron cuando se decidió desaparecer el Departamento de Mantenimiento de la estructura orgánica del CI, a principios de los años noventa.

En resumen, se dio una cadena de circunstancias y hechos que no se pueden atribuir al azar, y que descritas sintéticamente son:

- ♦ En 1979, el Ing. Héctor del Castillo González, director del CI nos encarga estudiar los problemas de exactitud de guiado de telescopios;

- ♦ En 1980, el Telescopio de 2.12 m del Observatorio Astronómico Nacional está en etapa de ensamble de partes, entre ellas los engranes principales de guiado del instrumento;

- ♦ Nos es ofrecida la visita a Fellows Corporation en Springfield, Ver., USA, junto con la asesoría del experto E.K. Buckingham;

- ♦ El Ing. José de la Herrán solicita y nos es concedida una visita a los laboratorios del NBS (National Bureau of Standards), ahora NIST (National Institute of Standards and Technology);

- ♦ En 1980, José de la Herrán, quien se encontraba comisionado en el CONACYT como editor en jefe de la revista de divulgación “Información Científica y Tecnológica”, nos invita a formular con él una solicitud de apoyo al CONACYT (primer proyecto financiado por dicho organismo otorgado al CI), para adquisición de equipo para el Laboratorio de Metrología y nos fue otorgado (posteriormente, el CONACYT otorgó apoyo a otros dos proyectos con el mismo fin, para adquirir patrones y equipo para calibración de patrones);

- ♦ En 1982, asistimos al Curso Interamericano de Metrología, promovido por la OEA y el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial, laboratorio nacional de mediciones de Argentina);

- ♦ A nivel nacional se promueve la creación de un Centro Nacional de Metrología (actual CENAM), con el CINVESTAV y la Industria Militar entre sus principales actores; así mismo, iniciamos nuestra participación en el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas (SINALP);

- ♦ En 1987, se acreditan los primeros laboratorios en el naciente Sistema Nacional de Calibración (SNC), siendo el nuestro el primer laboratorio de una institución pública (y primero en la UNAM), acreditado por la Dirección General de Normas (no había entonces entidades de acreditación en el país), y el segundo en el país;

- ♦ En 1992 y 1999, respectivamente, se publican la Ley Federal de Metrología y Normalización y su Reglamento, que otorgan a la UNAM desde su origen estatus de miembro del Consejo Directivo del CENAM. Esta representación le fue confiada en su momento al CI y se ha mantenido vigente hasta hoy a través del Laboratorio de Metrología. La nueva versión de esta ley, llamada ahora Ley de la Infraestructura de la Calidad (este concepto integrador rige actualmente a nivel internacional), se acaba de aprobar a mediados de 2020, considerando a la metrología, la normalización, la acreditación y la evaluación de la conformidad como los elementos principales sobre los que se ha de basar la política industrial del país;

- ♦ En 1994, con la firma del TLCAN, se inauguró el CENAM como laboratorio primario nacional y se detona en el país la actividad metrológica con base en laboratorios secundarios acreditados, como un elemento de soporte esencial para competir internacionalmente en un ambiente de mercado abierto globalizado,

♦ En 1999 entra en operaciones la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), la cual se haría cargo de la acreditación de organismos de certificación, laboratorios de pruebas o ensayos, laboratorios de calibración y unidades de verificación. Con esta entidad participamos durante muchos años en su Comité de Acreditación de Laboratorios de Calibración como representantes del sector educativo y de investigación por parte de la UNAM,

♦ Recientemente, a mediados de 2020, se aprobó la entrada en operaciones de la organización denominada Mexicana de Acreditación, como la segunda entidad de acreditación en el país. Cabe señalar que en ambas entidades la UNAM tiene un asiento en su consejo directivo.

A la par que el Sistema Metrológico Nacional iniciaba un proceso definitivo de fortalecimiento y consolidación, el naciente grupo de metrología encontró acogida y estableció sinergias muy favorables con especialistas de diversas instituciones nacionales y extranjeras: con el M. en C. Rigoberto García Cantú y el Dr. Héctor Nava Jaimes, del proyecto CENAM-CINVESTAV; con el Ing. Bernardo Noyola Pintor, del IPN; con el Coronel José Campos Caudillo, de la Industria Militar; con la Dra. Mercedes Iruete, fundadora del Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas y del Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C.; con el Dr. Walter Link, del Instituto de Pesquisas Tecnológicas, de Brasil; con los Dres. Steiner, Araolaza y Marquez, del Instituto Nacional de Tecnología Industrial, así como con el Ing. Seoane de la Universidad Tecnológica Nacional, de Argentina; con el Gral. Dr. Javier Carro de Vicente Portela, del Taller de Precisión de Artillería y el Dr. Fernando Torres Leza de la Universidad de Zaragoza, en España; con el Dr. Eugen Trapet, del PTB de Alemania Federal y el Dr. Joachim Beck de Carl Zeiss Jena, de Alemania Democrática, por mencionar sólo algunos.

En todos ellos reconocimos entusiastas promotores de un Gran Proyecto Metrológico Internacional, requerido para soportar el desarrollo de la metrología científica, industrial y legal en países como el nuestro. Con todos ellos se tuvo en su momento el intercambio necesario para que con su conocimiento y experiencia pudiéramos apuntalar el proyecto de nuestro laboratorio. Desde el lado de la industria en México, el Ing. Von Eiff de la VW de México y el Ing. Carlos Proal Miranda, entre otros industriales, también apoyaron al grupo aportando ideas y su experiencia en el tema.

Un denominador común de todas estas personas e instituciones fue su apertura al conocimiento de altas exactitudes, el deseo de compartir experiencias científicas e industriales, y de apoyar la creación de centros o institutos tecnológicos en diversas regiones. Aparejado con este proceso se dio la inclusión del Capítulo México en la *International Measurement Confederation* (IMEKO), a través de la Sociedad Mexicana de Instrumentación, con el Dr. Claudio Firmani Clementi a la cabeza, que se mantuvo entre 1992 y 2012.

El apoyo de los directores del CI y del CCADET durante todos esos años, y particularmente de los Coordinadores de la Investigación Científica, Dr. José Sarukhán, -a quien conocíamos desde 1978 como investigador demandante de los servicios del Centro-, y del Dr. Juan Ramón de la Fuente, fueron determinantes para dotar al Laboratorio de Metrología de equipo de alta tecnología, como el sistema interferométrico láser HP 5528A y el laboratorio de medición por tres coordenadas, incluyendo su edificio y la máquina Zeiss UMM 500.

La metrología es un soporte fundamental de la ingeniería de alta precisión, muy necesaria a su vez en el desarrollo de instrumentación. Alrededor de 2010 el nombre del grupo académico cambió de “Laboratorio de Metrología” a Grupo Académico de “Ingeniería de Precisión y Metrología” (GIPM), pues atiende a ambos:



Vista general
de la sala de medición
por coordenadas



Calibración de nivel electrónico
utilizando como referencia un
sistema de medición láser



Calibración de patrones de longitud
por comparación, uno de ellos
es referencia con trazabilidad
hacia patrones internacionales



Vista general de la sala de calibración.
Comparador electromecánico de
bloques patrón a la izquierda e
interferómetro tipo Fizeau a la derecha

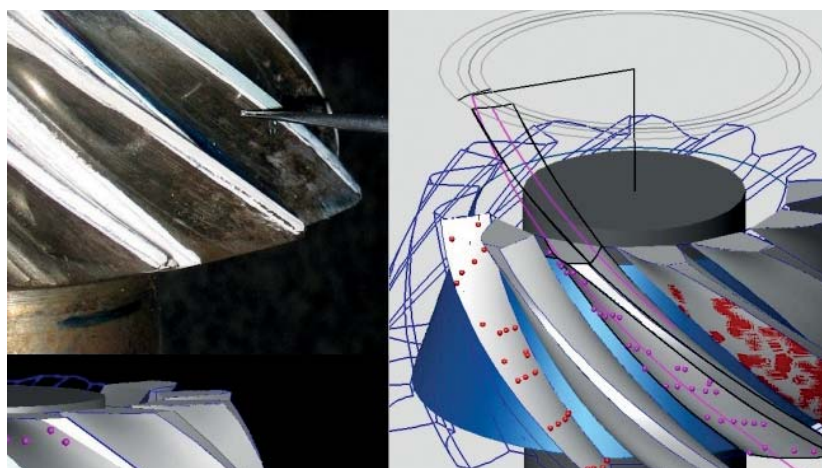
el desarrollo de instrumentación y aplicaciones de alta precisión y a la diseminación de la exactitud a partir de las mediciones y calibraciones especializadas.

Algunos proyectos y líneas de liderazgo del GIPM son: El desarrollo de una máquina de medir por tres coordenadas con apoyo del fideicomiso SOMEX-UNAM; la organización de cursos de capacitación a sus integrantes con apoyo de la ONUDI, a través de la invitación de expertos internacionales; el desarrollo de patrones y procesos de calibración para máquinas multi-eje; la ingeniería de reversa de formas libres; el análisis de forma y acoplamiento de engranes hipoidales; la impartición de cursos curriculares de licenciatura y posgrado sobre Instrumentación, Ingeniería de Precisión y Metrología y Sistemas de Gestión de la Calidad; el desarrollo de procesos propietarios de medición sin contacto, con apoyo del Instituto de Ciencia y Tecnología del DF; la calibración absoluta de planos ópticos con un plano líquido; la automatización de procesos de medición y calibración; el desarrollo de placas patrón de vidrio y aluminio para inspección de máquinas de medir por tres coordenadas; entre otros.

Como soluciones tecnológicas específicas aportadas en otros campos se pueden mencionar: la calibración de una Pantalla de Hartmann para evaluar el espejo de 2,12 m, del Instituto de Astronomía de la UNAM; la digitalización y promediación de formas dentales para su parametrización como prototipos mexicanos, con la Facultad de Odontología-UNAM; la ingeniería de reversa de álabes de turbinas de vapor para el entonces Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE); el diagnóstico de bujes, ejes y carcasas de cajas de transmisión de boogies del Metro; la restauración de bastidores de estéreo taxia (máquina de posicionamiento tridimensional para ensayos) para el Instituto de Fisiología Celular-UNAM; la Ingeniería de Reversa, la fabricación de herramientas y calibres, y el prototipo de una tobera

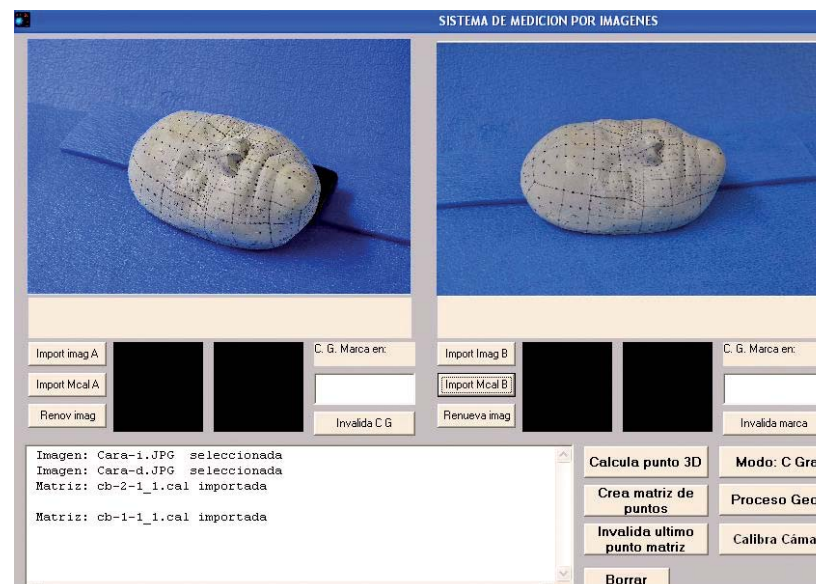


Máquina de referencia para medición de longitud, alcance 1000 mm, resolución 0,1 μ m



Análisis de forma y acoplamiento de engranes hipoides con procesos propietarios de medición

supersónica del Instituto de Energías Renovables (IER)-UNAM; la verificación geométrica de la superficie de un concentrador solar de canal parabólico; y muchos otros.



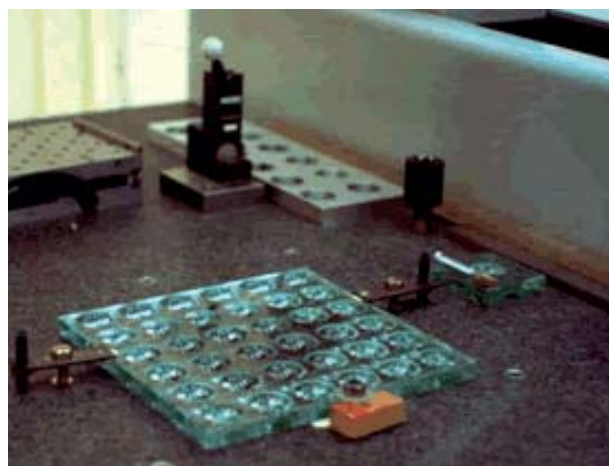
Medición y análisis de formas libres con software propietario

Mención especial merece también el proyecto de automatización del Laboratorio de Metrología del Laboratorio de Pruebas Equipos y Materiales (LAPEM) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en Irapuato, Gto. Este proyecto del Programa Sectorial SENER-CONACYT, con duración de dos años, fue el primer proyecto sectorial apoyado por dicho Consejo en el entonces CCADET, e incluyó además la participación de la Facultad de Ingeniería, con la participación de una veintena de ingenieros entre académicos, personal por honorarios y becarios, coordinados por Benjamín Valera Orozco.

Es importante señalar que nuestro grupo académico fue el primero al que se le otorgó una patente en nuestra entidad académica, en este caso, sobre el procedimiento de calibración de polígonos ópticos con un autocolimador, desarrollado por Rigoberto Nava Sandoval con apoyo de Rufino Díaz Uribe.



Calibración absoluta de planos patrón con un plano líquido



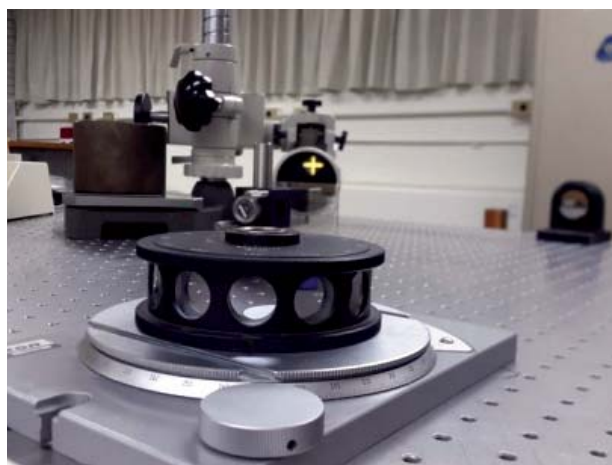
Placa patrón de vidrio desarrollada en el Laboratorio de Metrología y fabricada en el taller del Centro de Instrumentos para la verificación de máquinas de medir por coordenadas



Uso de un artefacto de referencia para determinar errores de la superficie parabólica de un concentrador solar (2019)



Grupo de trabajo del proyecto de Automatización del Laboratorio de Metrología del LAPEM de la CFE



Calibración de un polígono óptico mediante un autocolimador utilizando como referencia al propio polígono (patentado)



Ingeniería de reversa y síntesis geométrica de álabes de turbina de vapor para el IIE

Realización de pruebas
con el inclinómetro tri-axial
inalámbrico para el monitoreo
del Tláloc de Coatlinchán



Actualmente han surgido nuevos espacios de aplicaciones de la especialidad, como en la Arqueometrología, en donde se ha trabajado en monitorizar en tiempo real, los desplazamientos de grandes piezas con valor arqueológico, como el Tláloc de Coatlinchán.

La prestación de servicios tecnológicos de medición y calibración acreditados fue un objetivo del laboratorio desde su creación, y se empezaron a prestar desde su inicio tanto a la misma UNAM como a diferentes usuarios de los sectores público, social y privado que los requerían. Fue así que se inició el proceso de acreditamiento del laboratorio conforme a la Guía ISO 25, antecedente histórico del actual estándar internacional ISO 17025.

La DGN otorgó en 1987 el acreditamiento en medición de engranes al laboratorio, mismo que después, entre 2000 y 2010 se mantuvo con la EMA y se fue ampliando con el correr del tiempo hasta contar

hoy con 20 procedimientos técnicos de medición y calibración acreditados. La acreditación proveyó el valor agregado de que los procedimientos acreditados han sido auditados por expertos técnicos externos, es decir, se cuenta con una evaluación por pares que validan las capacidades técnicas del personal del laboratorio, la trazabilidad de sus patrones y equipos y su sistema de gestión de calidad con impacto en su desempeño administrativo.

Los resultados de las mediciones y calibraciones cuentan con reconocimiento internacional a partir de los acuerdos de reconocimiento mutuo (MRA) y la adhesión a la ILAC por parte de *Perry Johnson Laboratory Accreditation* (USA), la cual es la entidad que acredita nuestro laboratorio desde hace 10 años. Para ello fue necesario desarrollar un sistema de gestión de calidad del laboratorio, en nuestro caso, conforme al estándar internacional ISO 17025 y mantenerlo vigente todo el tiempo en su versión más actualizada (actualmente, la versión 2017).

El conjunto de procedimientos técnicos y de gestión han sido auditados desde entonces cada año, garantizando los resultados y las incertidumbres ofrecidas por el laboratorio durante todos estos años. El laboratorio se convirtió así en un referente nacional, llegando a tener en las décadas de los 80 y 90 cientos de solicitudes de servicio al año. La participación de México en el TLCAN a partir de 1994 y la entrada en operaciones de la EMA en 1999 detonaron el crecimiento del SNC con el acreditamiento de un gran número de laboratorios en diversas magnitudes físicas y químicas, lo cual nos condujo a ceñir el alcance de las mediciones y calibraciones que ofrecía nuestro laboratorio a los de nivel más alto y especializado, en los cuales se demandan conocimientos, experiencia y capacidades de desarrollo con los que no cuentan otros laboratorios; esto nos ha permitido mantenernos a la vanguardia y con alta competitividad durante 40 años.

La actividad docente y la formación de recursos humanos a nivel de licenciatura, posgrado y extracurricular, ha sido una tarea permanente del grupo académico desde 1978. Todos sus miembros, sin excepción, impartimos desde entonces, conforme nos fuimos incorporando al CI, cursos en la Facultad de Ingeniería en las divisiones de Ciencias Básicas, Mecánica e Industrial y Eléctrica, y en los posgrados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Sistemas. Estos esfuerzos han sido reconocidos en diversas ocasiones por el PAPIME, que ha proporcionado el apoyo necesario para la realización de proyectos con impacto a nivel licenciatura en ingeniería.

La impartición de cursos extracurriculares ha sido también una actividad que permitió al laboratorio tener y mantener una presencia importante con asistentes de la UNAM y de los diferentes sectores de la sociedad. Particularmente exitosos fueron el “Curso básico de Metrología Dimensional”, “El curso avanzado de Metrología Dimensional” y el “Diplomado en Metrología”, este último impartido en colaboración con la Facultad de Química. La asistencia a estos cursos de personal de laboratorios de la industria, el sector público



Certificado de acreditación otorgado
por Perry Johnson Laboratory Accreditation, USA

y el sector académico, fue un denominador común. También, fue significativa la asistencia a estos cursos de personal de laboratorios que eventualmente pasarían a formar parte del SNC.

La presencia de estudiantes realizando su tesis de licenciatura y posgrado, su práctica profesional o su servicio social, asociados al personal académico y a proyectos del laboratorio ha sido una constante todos estos años, y ha permitido a aquellos una incursión más profunda en su formación en temas que no necesariamente se incluyen curricularmente en los planes de estudio de licenciatura y posgrado en ingeniería, cerrando el círculo virtuoso de las etapas diseño-fabricación-inspección-gestión de la calidad en la preparación de los estudiantes, lo cual le proporciona a su competitividad un valor agregado en el mercado de trabajo.

Por otro lado, el mantenimiento del Sistema de Gestión de la Calidad del laboratorio, motivó que varios de sus integrantes buscáramos una formación académica en el campo de ingeniería de sistemas, particularmente en sistemas de calidad, y desde el año 2000 se inició trabajo en esa dirección. Significativamente, la colaboración con los Drs. Sergio Estrada Orihuela y Pedro Morales Puente, de la Secretaría de Investigación y Desarrollo de la Coordinación de la Investigación Científica, desembocó en la creación de la Coordinación de Gestión para la Calidad de la Investigación, con la cual se ha colaborado desde entonces en los procesos de auditorías internas de laboratorios universitarios de docencia e investigación, para su certificación y/o acreditamiento.

Finalmente queremos expresar que a lo largo de estos 40 años de fundación y 34 de acreditamiento, nos sentimos satisfechos por haber sido pioneros en la UNAM y de habernos hecho de un espacio para formar parte y gozar del reconocimiento de la comunidad metrológica en México; de compartir nuestros conocimientos, desarrollos y experiencias con los futuros ingenieros y científicos,

así como con los profesionales en activo a los que les han sido útiles antes y les siguen siendo útiles ahora; y de haber contribuido desde la Universidad, y en particular desde el CI hasta el ICAT, a la edificación de la actividad y cultura metrológica y de la ingeniería de precisión mexicanas.



De izquierda a derecha: José Sánchez, Rigoberto Nava,
Sergio Padilla, Sergio Estrada y Gerardo Ruiz