



INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

5. INFORME DE AUTOEVALUACIÓN

El Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), es un Centro Público de Investigación que forma parte de la red de Centros Públicos del CONACYT en México. El Instituto se encuentra en la actualidad enfrentando el reto de promover la investigación científica y tecnológica, la formación de recursos humanos y la vinculación con los diferentes sectores de la sociedad para coadyuvar al bienestar social.

En este primer semestre del año 2022, el INAOE ha mantenido y aplicado el protocolo de seguridad del semáforo sanitario del COVID-19. Y dado que el nivel de contagios y fallecimientos por COVID-19 se ha reducido, las actividades presenciales se han reanudado hasta en un 90%. Al mismo tiempo se ha iniciado el proceso de transición basado en el anterior Convenio de Administración por Resultados (CAR) hacia una operación basada en el Programa Institucional 2022-2024 de INAOE, que fue aprobado en la primera reunión del Órgano de Gobierno. El programa institucional se encuentra en vías de ser aprobado por la CONAMER. El programa institucional del INAOE, a su vez, está referenciado al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND), al Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (Peciti) 2020-2024, y al Programa Institucional de CONACYT 2020-2024.

Las actividades sustantivas del instituto, de acuerdo con el decreto de creación, son; 1). Investigación básica y aplicada, 2). Desarrollo tecnológico, 3). Formación de recursos humanos, y 4). Vinculación con la sociedad.

Las actividades sustantivas se realizan en las tres sedes con las que cuenta el INAOE, siendo la principal la que está ubicada en Santa María Tonantzintla, Puebla. La segunda se ubica en Cananea, Sonora donde opera el Observatorio Astrofísico Guillermo Haro (OAGH), y la tercera se encuentra en el cerro la negra en el municipio de Chalchicomula de Sesma, Puebla. En el cerro la negra opera el Gran Telescopio Milimétrico (GTM) y el observatorio de rayos gama HAWC.

Actividades de investigación

Cuantificado con la publicación de artículos científicos arbitrados. Para el año 2022 se hizo una proyección total anual de 240 publicaciones, de las cuales se tienen 130 trabajos arbitrados, lo cual da un avance del 54%. A este indicador se le



INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

pueden agregar, 7 publicaciones no indizadas, 8 capítulos en libros, 15 memorias de congresos, y 45 conferencias en congresos. La meta anual del número de publicaciones por investigador es de 1.54, que a la mitad del año resulta en un 50% de avance debido al cambio en el número total de investigadores, de 155 a 168 debido a la incorporación parcial de tecnólogos dentro de actividades de investigación.

En cuanto a proyectos de investigación se tiene un total de 90 proyectos activos con diferentes fechas de terminación que van desde el segundo semestre del año 2022 hasta el primer semestre del año 2025 y con porcentajes de avance desde el 11 hasta el 96%. Estos proyectos activos han ejercido un total de 70 millones de pesos, la mayoría provenientes de CONACYT (Ciencia de frontera, Fordecyt, mixto CONACYT-CONCYTEP, problemas nacionales, sectoriales, ciencia básica). Algunos otros fondos provienen del sector privado. Dentro de estos proyectos, por su trascendencia internacional y su impacto social, se mencionan 4 ejemplos a continuación:

1). *“Operación de la infraestructura del consorcio gran telescopio milimétrico para investigación avanzada en astronomía y tecnología milimétricas”*, que dio como resultado de relevancia internacional la imagen del agujero negro en la vía láctea, publicada conjuntamente, a nivel internacional, el 12 de mayo,

2). *“Síntesis y post-procesado de materiales ópticos para aplicaciones biomédicas: investigación y formación de recursos humanos”*, que ha dado como resultado colateral el desarrollo de sensores para detección del virus sars-cov 2,

3). *“Plataforma para el desarrollo y fabricación de sensores y actuadores inteligentes aplicados en energía, salud y seguridad -iSensMEX”*, que articula las capacidades de infraestructura de laboratorios y humana de 5 centros públicos para desarrollar tecnología nacional de sensores inteligentes para monitoreo de arsénico y bacteria E-coli en agua de consumo humano, monitoreo en cuerpo de creatinina en seres humanos, y monitoreo del desgaste de estructuras mecánicas del sistema de transporte Metro de la ciudad de México, o

4). *“Estrategia de comunicación territorial y construcción del espacio público a través de las hcti”*, el cual tiene como objetivo divulgar y socializar las actividades



INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

de humanidades, ciencia, tecnología, e innovación de diferentes centros públicos de investigación.

Actividades de desarrollo tecnológico, transferencia de conocimiento, e innovación

Se han establecido 17 convenios de transferencia de conocimiento e innovación, que representan ya un 77% de avance anual. A través de dichos convenios, se fortalece la vinculación con entidades gubernamentales tales como la Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR); la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA); Municipio de Tulancingo; Instituciones Educativas; así como con empresas del capital privado tales como KNOWLEDGE AND CAPITAL S.A. DE C.V.; INTEL Guadalajara; RESIRENE, GlobalFoundries, Inc.

El INAOE está en proceso de establecer y conectar los eslabones que componen la cadena desde la investigación de frontera hasta la innovación, pasando por investigación, aplicada, desarrollo tecnológico, e ingeniería de prototipos. Y por ello, dentro de la plataforma iSensMEX, se han establecido convenios con cuatro usuarios que recibirán tecnología a nivel de prototipo utilizable en campo (TRL 7) en el año 2024, a decir;

- 1) Centro Estatal de Hemodiálisis de Servicios de Salud del Estado de Querétaro, que recibirá un sistema con sensor para monitoreo rápido en cuerpo de creatinina en pacientes con enfermedad renal,
- 2) Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-SENASICA, que recibirá un sistema con bio-sensor para la detección de bacteria E-coli,
- 3) Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua, que recibirá un sistema con sensor para la detección de arsénico en agua de consumo humano,
- 4) Sistema de Transporte Colectivo Metro, Cd. de México, que recibirá un sistema inteligente para la detección de vibraciones aplicado al análisis de estructuras basado en tecnología de sensores piezoeléctricos,
- 5) Sistema Nacional de Posgrados, que recibirá, en el año 2022, un doctorado nacional en sensores inteligentes orientado a preparar investigadores y tecnólogos en el diseño, fabricación, y pruebas de sensores semiconductores, así como



INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

sistemas de instrumentación electrónica para aplicación de censado inteligente en energía, salud, y seguridad, y

6) Para la comunidad de centros públicos de investigación, universidades, y para la sociedad en general, un laboratorio y proceso de fabricación de circuitos integrados (chips) compatible con sensores tipo CMOS 0.8 μm .

Aunado a las actividades de desarrollo tecnológico, transferencia de conocimiento, e innovaciones ya mencionadas en las líneas anteriores, es importante resaltar la colaboración continua con la SEDENA, SEMAR, GN, y policía estatal de Puebla, en el desarrollo y aplicación de inteligencia artificial para el monitoreo y predicción de actividad criminal en redes sociales.

Actividades de formación de recursos humanos

La pandemia del COVID-19 ha tenido un impacto negativo en las actividades presenciales, tanto en los cursos de maestría como doctorado, como en la evolución y conclusión de tesis, y también en el número de estudiantes de nuevo ingreso. Anualmente para el año en curso se tiene una meta de 45 graduados de doctorado y 85 graduados de maestría de PNPC (actualmente SNP), y hasta la mitad del año se han graduado 15 estudiantes de doctorado y 15 de maestría, que corresponden al 33.3 % y al 17.64 %, respectivamente. Sin embargo, debido al avance de los trabajos de tesis, consideramos que el 100% de los estudiantes de maestría y doctorado se graduarán en el segundo semestre del año en curso.

El seguimiento de los egresados es un aspecto importante al cual se le ha estado dando atención de manera acumulada hasta el mes de junio. Así entonces, al mes de junio se tiene un máximo de registros en la plataforma de egresados (suma de egresados de maestría y doctorado) de 1883, de los cuales se tiene un contacto de seguimiento de 1009 egresados, lo cual representa un 54 %.

A pesar de la adversidad causada por la pandemia del COVID-19, el instituto ha mantenido en funcionamiento 14 posgrados, de los cuales 12 son de investigación, uno es con la industria, y otro más es profesionalizante, reflejando así la versatilidad, diversificación, y alcance multi sectorial en la formación de recursos humanos, tanto a nivel científico, como industrial, y profesionalizante. Y con ello se cumple con llevar la educación a diversos sectores de la población.



INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

Aunado a lo anterior, el instituto ha mantenido las actividades de capacitación para el sector industrial de alta tecnología en México, como son los cursos de capacitación para el centro de diseño de Intel en Guadalajara. Para el sector público se mantienen los convenios de colaboración con SEDENA, dentro de los cuales se incluye la capacitación de miembros del ejército involucrados en el desarrollo de radares. A ellos se les impartirán cursos en telecomunicaciones y dispositivos electrónicos, y posteriormente se les revalidarán los cursos para que obtengan el grado de maestría en ciencias de la electrónica.

El instituto también contribuye a reforzar el conocimiento de profesores de escuelas preparatorias y tecnológicos a través de la maestría en enseñanza de las ciencias exactas (MECE), con lo cual se atiende al sector social académico que forma a profesionales técnicos y universitarios.

Actividades de vinculación y divulgación

El enlace y vínculo con la sociedad pasa a través de la divulgación abierta de las actividades sustantivas del instituto. Por ello, durante este primer semestre se han dado un total de 82 conferencias/talleres presenciales para niños, adolescentes, pre-universitarios, universitarios, y público en general, así como más de 500 actividades a través de medios digitales, con lo cual se ha alcanzado una audiencia mayor a las 25 mil personas de diferentes edades y formación académica.

Se ha creado también la oficina de articulación tecnológica que ha establecido contacto directo con pares a nivel científico, tecnológico, e industrial. Se creó el Centro de Integración Tecnológica (CIT) que articula diversos talleres y tecnólogos que se encontraban desarticulados, a decir; el centro de ingeniería, el área de sistemas computacionales, el área de sistemas y circuitos integrados, el taller de óptica, y la unidad de metrología que aglutina los tres laboratorios de metrología certificados y acreditados ante la Entidad Mexicana de acreditación (el Laboratorio de Espectrofotometría y Colorimetría (LabEC), el Laboratorio de Iluminación y Eficiencia Energética (LIEE) y el Laboratorio de Superficies Asféricas (LSA). Con esto se ha logrado ensamblar uno de los eslabones más cercanos y relacionados con el uso que la sociedad puede darle a la ciencia, tecnología, y talento humano.



INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

La integración de grupos de desarrollo tecnológico, laboratorios y talleres, y su respectiva divulgación y promoción en la sociedad ha dado como resultado 63 reuniones con diferentes instituciones, cuatro eventos de promoción general, 18 convenios interinstitucionales firmados y 39 convenios interinstitucionales adicionales en víspera de ser firmados.

Resultados referenciados al Plan Anual de Trabajo 2022 y al programa institucional 2022-2024

El plan anual de trabajo 2022 fue diseñado tomando en cuenta las cuatro funciones sustantivas institucionales y alineado con el nuevo programa institucional 2022-2024, de allí que las actividades converjan de manera unificada hacia los 5 objetivos institucionales:

1. Fortalecer la cadena investigación científica-desarrollo tecnológico-vinculación para proyectar la innovación de alto valor científico-tecnológico y así reforzar la relevancia internacional e incrementar la pertinencia social nacional orientada a resolver los grandes problemas nacionales,
2. Reforzar y diversificar la generación de profesionales en ciencia y tecnología con una visión transversal de la ciencia y la tecnología para que coadyuven al desarrollo nacional y a la relevancia internacional,
3. Incrementar la vinculación institucional con el sector público y privado nacional para mejorar la transferencia de conocimiento, recursos humanos, y desarrollo tecnológico, que coadyuven a mejorar el uso de la ciencia y la tecnología tanto en el sector público como privado,
4. Consolidar e incrementar la infraestructura científica y de desarrollo tecnológico institucional para mejorar la vinculación con el sector público y privado que redunde en desarrollos científicos-tecnológicos de mayor nivel y propiedad intelectual, y
5. Mejorar la calidad en la generación, manejo y comunicación de la información relacionada con recursos materiales, presupuestales, organizacionales, de infraestructura científica y humana, para reforzar e incrementar los beneficios de la ciencia y tecnología a la sociedad mexicana.



INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

Las actividades reportadas en este primer semestre de transición concuerdan y se encuentran ya alineadas con los 5 objetivos institucionales. El presupuesto fiscal, así como los fondos recaudados por recursos propios, también han sido encauzados para cumplir con los objetivos institucionales. Por ejemplo, de un total de \$332,000,000.00 de recursos fiscales destinados a la investigación, se han ejercido \$156,489,780.00 pesos que corresponden al 47.13 % del total anual. Vamos en línea para volver a reportar un ejercicio presupuestal casi al 100 % para este año 2022.

Los recursos propios que se han obtenido, así como lo de fondos de proyectos de CONACYT, han sido utilizados, en la mayoría de los casos, para darle mantenimiento a la infraestructura de laboratorios, es decir, estamos en un proceso de reinversión de los recursos propios en las mismas funciones sustantivas institucionales.

De los 5 objetivos institucionales el número 5, que tiene que ver con el manejo de la información, sigue permaneciendo como un pendiente importante. Todavía hace falta completar, lo más cercano posible, el manejo de la información bajo un esquema digital que coadyuve a la agilidad, fluidez, transparencia, y eficiencia en los procesos administrativos, y para la comunicación, tanto interior, como exterior.