



## 5. INFORME DE AUTOEVALUACIÓN

Antes de iniciar el informe de autoevaluación del primer semestre del año en curso, se desea manifestar que la operación del INAOE durante el primer trimestre del 2020 ocurrió de manera normal hasta la tercera semana de marzo. A partir de la última semana de marzo y durante el segundo trimestre, la operación se vio drásticamente afectada por la contingencia sanitaria.

Desde la tercera semana de marzo se redujo el ingreso al INAOE a un mínimo posible. Solo personal básico de la Dirección de Administración y Finanzas, de servicios generales, internet y cómputo, así como personal administrativo de apoyo acude al instituto. Proyectos de investigación y desarrollo tecnológico relacionados con COVID-19 o de otras actividades sustantivas, así como estudiantes en etapa terminal de su tesis, acuden al INAOE.

Para contextualizar el informe de autoevaluación, se menciona que las actividades fundamentales del INAOE, referidas en el Programa Anual de Trabajo (PAT) 2020, están categorizadas en 6 temáticas de trabajo:

- I).- Programas de investigación científica,
- II).- Formación de recursos humanos,
- III).- Vinculación,
- IV).- Transferencia del conocimiento e innovación,
- V).- Difusión y divulgación, y
- VI).- Gestión presupuestal.

Cada una de estas temáticas tiene un determinado número de indicadores que se usan para cuantificar el avance. A continuación, se hace una descripción y cuantificación del avance, en el primer semestre, de las seis temáticas medidas por sus respectivos indicadores.

### I.1.- Generación de conocimiento de calidad.

La métrica utilizada es el número de publicaciones arbitradas sobre el número total de investigadores. Esta razón se mide en referencia a la meta anual del número publicaciones y del número de investigadores. La meta anual es (230 publicaciones / 146 investigadores) lo que da una razón anual de 1.57. Al término del primer semestre la razón se encuentra en (153/173), de donde se observa que el número de investigadores aumentó debido a que se sumaron algunos tecnólogos y cátedras que produjeron publicaciones. Tomando en cuenta el incremento en el número de investigadores, la razón queda en 0.88, lo que constituye un **avance del 56%** con





GOBIERNO DE  
MÉXICO



CONACYT  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



respecto a la meta anual. El cálculo de este indicador nos hace recapacitar al respecto porque observamos que, en el pasado, el número total de investigadores se hacía dependiendo si publicaban o no. Este es un proceso que estamos actualmente revisando para tomar un acuerdo y definir un proceso confiable. Creemos que este indicador puede aplicar bien para la investigación de frontera, la cual tiene que compararse en relevancia internacional a través de publicaciones científicas de alto nivel. Sin embargo, el conocimiento generado también se desarrolla en tecnología, y para ello es más apropiado evaluarlo en función de metas y objetivos marcados en proyectos de desarrollo tecnológico.

## I.2.- Proyectos externos por investigador.

La métrica utilizada es el número de proyectos de investigación financiados con recursos externos sobre el número de investigadores. En este caso se estableció una meta anual de 65 proyectos sobre un total de 146 investigadores. De nueva cuenta se incrementa el número de investigadores a 173, de tal manera que la razón anual inicial de  $(65/146) = 0.44$ , al fin del primer semestre se convierte en  $(67/173) = 0.38$ , lo que nos lleva a un **avance del 86 %** al término del primer semestre.

Como en el caso del indicador anterior, también aquí se requiere analizar la situación y establecer un criterio fijo de evaluación.

Globalmente, en el caso de la temática que se refiere al programa de investigación científica, se concluye que, al término del primer semestre del 2020, el instituto está por arriba de lo esperado.

## II.1.- Calidad de los posgrados.

Son ocho posgrados de investigación asociados a los cuatro grupos de investigación consolidados y con gran reconocimiento nacional e internacional, es decir, los de Astrofísica, Óptica, Electrónica y Ciencias Computacionales; los ocho en el PNPC, 7 de ellos en el nivel Internacional y uno en Nivel consolidado.

En 2014, como una necesidad de atender temas de investigación interdisciplinarios, se inicia los posgrados transversales, en estos, el Núcleo Académico Básico (NAB) se forma por investigadores de los cuatro grupos de investigación. El NAB de Ciencia y Tecnologías del Espacio se forma por Astrofísicos, Ópticos, Electrónicos y de Ciencias Computacionales. En 2017 inicia el de Ciencias y Tecnologías Biomédicas, este, además de atender temas interdisciplinarios, se inmiscuye en los temas del nacionales e internacionales del sector salud. Al corte de este resumen estos programas se encuentran en la fase de revisión de la Convocatoria 2020 para ingresar PNPC.

## Segunda Sesión Ordinaria de Órgano de Gobierno INAOE 2020

Calle Luis Enrique Erro No.1 Santa María Tonantzintla, Puebla-México C.P. 72840

Tel: (222) 266 31 00 Fax: (222) 247 2580

difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx



2020  
LEONA VICARIO  
REMEMERATA MADRE DE LA PATRIA



*Programa de Fortalecimiento a la Formación de Docentes en la Enseñanza de las Ciencias Exactas*

Como una iniciativa de un grupo de investigadores de Astrofísica y Óptica inició en 2010 una serie de cursos de actualización para docentes del nivel medio superior. Esto derivó en un abanico de diplomados en matemáticas, física, química y herramientas de enseñanza de las ciencias exactas, hasta generar la Maestría en Enseñanza de la Ciencias Exactas. Este es un posgrado profesionalizante que ha logrado un buen impacto entre los docentes del nivel medio superior.

*Programa de Investigación con la Industria*

En 2018, como iniciativa-demanda de corporaciones de seguridad de nacional, sector privado y la experiencia de investigadores en seguridad cibernética, se crea el posgrado de Ciencias y Tecnologías de Ciberseguridad, ingresando al PNPC en 2018.

La tabla 1 muestra el concentrado de programas de posgrado, con su tipo de NAB y nivel de PNPC.

**Tabla 1. Programas de posgrado del INAOE, NAB y nivel en el PNPC.**

<b>Programa</b>	<b>Núcleo Académico</b>	<b>Nivel PNPC</b>
Maestría en Ciencias con Especialidad en Astrofísica	Astrofísicos	Internacional
Maestría en Ciencias con Especialidad en Óptica	Ópticos	Internacional
Maestría en Ciencias con Especialidad en Electrónica	Electrónicos	Internacional
Maestría en Ciencias con Especialidad en Ciencias Computacionales	Ciencias Computacionales	Internacional
Maestría en el Área de Ciencia y Tecnología del Espacio	Astrofísicos, Ópticos, Electrónicos, Ciencias Computacionales	





Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas	Astrofísicos, Ópticos, externos (Maestros en enseñanza de las matemáticas, física, otras afines)	
Maestría en Ciencias y Tecnologías Biomédicas	Ópticos, Electrónicos, Ciencias Computacionales,	
Maestría en Ciencias y Tecnologías Ciberseguridad	Ciencias computacionales, externos (maestros y doctores en seguridad)	Nueva creación
Doctorado en Ciencias con Especialidad en Astrofísica	Astrofísicos	Consolidado
Doctorado en Ciencias con Especialidad en Óptica	Ópticos	Internacional
Doctorado en Ciencias con Especialidad en Electrónica	Electrónicos	Internacional
Doctorado en Ciencias con Especialidad en Ciencias computacionales	Ciencias computacionales	Internacional
Doctorado en el Área de Ciencia y Tecnología del Espacio	Astrofísicos, Ópticos, Electrónicos, Ciencias Computacionales	
Doctorados en Ciencias y Tecnologías Biomédicas	Ópticos, Electrónicos, Ciencias Computacionales,	

En términos de programas en el PNPC, en el periodo enero – junio de 2020, vamos por el buen camino para alcanzar las metas CAR, tener 11 posgrados en el PNPC, ya que solicitamos el ingreso de dos posgrados en la Convocatoria de Ingreso al PNPC de 2020 (el anuncio será en septiembre de 2020).

**Segunda Sesión Ordinaria de Órgano de Gobierno INAOE 2020**

Calle Luis Enrique Erro No.1 Santa María Tonantzintla, Puebla-México C.P. 72840  
Tel: (222) 266 31 00 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





**II.2.- Generación de recursos humanos especializados.**

En número de graduados también estamos en la senda correcta, ya que a la fecha se han graduado 42 estudiantes, 23 de maestría y 19 de doctorado. Considerando que el pico de graduados será entre agosto y diciembre la meta CAR fijada en 45 y 20, respectivamente, será cubierta.

**Tabla 2. Graduados por posgrado en el periodo enero - junio. De los 42 graduados 34 son hombres y 8 mujeres.**

Número de graduados	Posgrado
8	Maestría en Ciencia y Tecnología del Espacio
3	Maestría en Ciencias con Especialidad en Electrónica
5	Maestría en Ciencias con Especialidad en Ciencias Computacionales
6	Maestría en Ciencias con Especialidad en Óptica
1	Maestría en Ciencias y Tecnologías Biomédicas
5	Doctorado en Ciencias con Especialidad en Ciencias Computacionales
6	Doctorado en Ciencias con Especialidad en Electrónica
6	Doctorado en Ciencias con Especialidad en Óptica
2	Doctorado en Ciencias con Especialidad en Astrofísica
<b>42</b>	<b>Total graduados</b>

**III.1.- Proyectos interinstitucionales.**

Como resultado o consecuencia de la vinculación los proyectos interinstitucionales son usados como métrica.

Como meta anual se propusieron 76 proyectos interinstitucionales, de los cuales se tienen registrados 73 al final del primer semestre, lo que da un 96%. Se considera entonces que se alcanzará el 100 % hacia el final del año. Además, se propusieron 141 proyectos de investigación al año, y al término del primer semestre tenemos 140, con lo que se tiene un avance del 99%. La definición de proyectos institucionales tiene que revisarse en base a un manual de políticas y procedimientos que involucre el valor institucional del proyecto, el costo, y los beneficios. Esto lo planteamos como una autocrítica y una tarea a realizar.





#### IV.2.- Transferencia del conocimiento.

La métrica utilizada es el número de contratos o convenios de transferencia de conocimiento o innovación tecnológica, social, económica o ambiental firmados vigentes alineados al PECITI. Se propuso un número de 22 y al término del primer semestre se tienen firmados 24 convenios, con lo que se tiene un 109 % de avance.

#### IV.3.- Propiedad industrial solicitada

Se planteó una meta anual de 4 patentes y tenemos 3 hacia la mitad del año. Esto nos da un 75% de avance. Se proyecta que llegaremos al 100 % hacia el final de año.

Como parte de la autoevaluación y crítica, en INAOE consideramos que las patentes solo deben solicitarse cuando se tiene un cierto nivel de esperanza en su comercialización. De otra manera el instituto invierte dinero que nunca se recupera. El instituto ha entrado en un proceso de análisis y autoevaluación al respecto. Los resultados del análisis se plasmarán en el PAT 2021 y sus respectivos indicadores. Para ello se consideraron los resultados alcanzados en este rubro en los últimos años: 2013 - 6 solicitudes de patente, 2014 - 4 solicitudes de patente y una patente otorgada, 2015 - 10 solicitudes de patente y 6 patentes otorgadas, 2016 - 4 solicitudes de patente y 2 patentes otorgadas, 2017 - 6 solicitudes de patente y 3 patentes otorgadas, 2018 - 8 solicitudes de patente y 6 patentes otorgadas, 2019 - 4 solicitudes de patente y 5 patentes otorgadas. Se puede identificar el año 2015 como un año excepcional, con 10 solicitudes de patente realizadas, si lo comparamos con el promedio de 5.14 solicitudes por año. El INAOE en la actualidad cuenta con alrededor de 70 patentes activas pagadas anualmente. Hasta la fecha no se ha realizado la comercialización de ninguna de ellas.

#### V.1.- Actividades de divulgación por personal de ciencia y tecnología.

Este indicador se mide por el número de actividades de divulgación dirigidas al público en general sobre el número de personal de ciencia y tecnología. El instituto registro una meta anual de 200 actividades, y un número de 230 personas investigadores, tecnólogos, ingenieros y técnicos académicos. Al término del primer semestre se contabiliza un total de 72 actividades lo que nos lleva a un avance de solo el 32 %. Esto es explicable en el sentido de que la mayoría de los eventos presenciales fueron cancelados por la contingencia sanitaria.

#### VI.1.- Índice de sustentabilidad económica

Se mide a través de monto de ingresos propios sobre el monto total del presupuesto del instituto. Se planteó una meta anual de 35 millones de pesos sobre los 330 millones de pesos del presupuesto fiscal. Al momento se tiene una captación de 4.4 millones de pesos, lo que nos lleva a un **avance del 20%** considerando que se han ejercido 171 millones de pesos del presupuesto fiscal total. Como parte de la autoevaluación o autocrítica, el instituto por ser un centro de vocación mayoritariamente científica





**GOBIERNO DE  
MÉXICO**



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



considera que ha sido un error el intento de generación de recursos propios. Y ha sido un error porque se forzó a modificar la estructura del INAOE para trasladarla de un centro de vocación científica hacia un centro de desarrollo tecnológico. Al no tener el personal tecnólogo suficiente, se procedió a la contratación de personal externo. Con ello se llegó a que el 100% de los recursos auto generados se auto consumían por dicha estructura, y por ende no dejó absolutamente ningún beneficio económico para el instituto. En algunos casos el instituto tuvo que aportar fondos propios para cubrir pérdidas de dichos proyectos. Esta situación se está analizando y se propondrá un cambio en el PAT 2021. En retrospectiva, en el ejercicio del año 2019 (enero - diciembre) la meta era alcanzar 90 proyectos activos y se pudieron iniciar solamente 70 (77.7 %). Lo anterior se debió principalmente a 3 factores determinantes: (1) falta de una política institucional clara y un procedimiento definido de evaluación y seguimiento de contactos del INAOE con instituciones externas y una vinculación científica y tecnológica del instituto con los diferentes actores de la sociedad, además de un seguimiento sistemático de oportunidades de colaboración en todas las áreas sustantivas de conocimiento presentes en el INAOE; (2) una disminución en el número de convocatorias abiertas y un retraso en la evaluación de las propuestas de proyectos en convocatorias cerradas (por ejemplo, Convocatoria de Ciencia de Frontera 2019, u otros fondos sectoriales); y (3) el recorte presupuestal a los capítulos 2,000 y 3,000 en el año 2019 que afectó el presupuesto dedicado a la participación del personal académico del INAOE en eventos nacionales e internacionales de intercambio científico y tecnológico y limitó la movilidad de las y los investigadores del instituto reduciendo la capacidad de vinculación del instituto, que es una de sus cuatro actividades sustanciales, provocando una limitada posibilidad de establecer nuevos contactos estratégicos que pudieran llevar a futuros potenciales proyectos externos. A lo largo del año 2020 se ha trabajado en la definición de procedimientos claros y una planificación estratégica del instituto enfocada a una mayor articulación entre los Centros Públicos de Investigación y del INAOE con los diferentes actores de la pentahélice.

Desgraciadamente, el mayor reto enfrentado por el instituto en este año fue la contingencia sanitaria provocada por el COVID-19 que impidió poner en práctica la totalidad de nuevas estrategias definidas.

## **VI.2.- Índice de sustentabilidad económica para la investigación.**

El índice es medido por el monto total obtenido por proyectos de investigación financiados con recursos externos sobre el monto total de recursos fiscales destinados a la investigación. La meta anual es de 35 millones. Al término del primer semestre el instituto ha financiado el rubro con 8.45 millones de pesos sobre un gasto de 135.8

### **Segunda Sesión Ordinaria de Órgano de Gobierno INAOE 2020**

Calle Luis Enrique Erro No.1 Santa María Tonantzintla, Puebla-México C.P. 72840

Tel: (222) 266 31 00 Fax: (222) 247 2580

difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx



**2020**  
LEONA VICARIO  
REMEMERATA MADRE DE LA PATRIA



**GOBIERNO DE  
MÉXICO**



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



millones a la mitad del año. Esto resulta en un avance del 60%. Se espera cumplir al final del año con la meta del 100 %. Este índice ratifica la vocación científica de INAOE.

El INAOE tiene que encontrar un camino para su vocación científica y su ya enorme potencial tecnológico. Creemos que la dirección apropiada es la articulación complementaria con las capacidades de otros CPIs, y con el concurso de diversas secretarías de estado. Esto coadyuvará a la creación de un ecosistema de generación de tecnología propia, transferencia a la sociedad, creación de empresas de alta tecnología, con lo que INAOE estaría ya contribuyendo intrínsecamente a la auto sustentabilidad.

MIP: Monto de Ingresos Propios. La meta fijada fue de 50 mdp y se alcanzaron 36,557 mdp (73.11 %). La respuesta es equivalente a la esgrimida para los indicadores NPIE y NPI.

## Segunda Sesión Ordinaria de Órgano de Gobierno INAOE 2020

Calle Luis Enrique Erro No.1 Santa María Tonantzintla, Puebla-México C.P. 72840

Tel: (222) 266 31 00 Fax: (222) 247 2580

difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx



**2020**  
LEONA VICARIO  
REMEMERATA MADRE DE LA PATRIA



## **Informe Técnico – Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano. Periodo enero a junio 2020.**

El primer semestre de 2020 ha sido un período difícil para el proyecto binacional GTM debido a la combinación de los continuos problemas de seguridad en el área local aledaña al GTM, la falta de financiamiento de CONACYT FORDECYT para apoyar la segunda etapa de la operación científica y mantenimiento del telescopio y otra infraestructura desde el 28 de febrero de 2020, y finalmente el impacto de la pandemia COVID-19 que requirió la suspensión inmediata de todas las actividades científicas con el telescopio desde el 20 de marzo de 2020. Todos los instrumentos científicos criogénicos y el máser de hidrógeno para las observaciones del VLBI fueron apagado de forma controlada en espera de volver a un estado operativo.

Todo el equipo de GTM ha seguido impulsando el proyecto hacia adelante tanto como ha sido posible, concentrándose en aquellas áreas de trabajo que aún pueden ser productivas mientras se trabaja aislado de casa. En este breve informe resumimos las actividades operativas, técnicas y científicas del GTM en el período de enero a junio de 2020.

### **Actividades operacionales**

El GTM mantuvo un nivel de operaciones técnicas y científicas reducidas durante los primeros 3 meses de 2020, hasta el 20 de marzo de 2020. Si bien pudimos realizar un programa de mantenimiento regular de la infraestructura del telescopio durante el día (de lunes a viernes), el problemas de seguridad en el “triangulo rojo”, y la exigencia (por instrucción de la Mesa Estatal de Seguridad Puebla) de que los vehículos GTM sean acompañados por la Policía Estatal en sus desplazamientos hacia y desde el sitio, restringió las observaciones científicas nocturnas a 3 a 4 noches a la semana.

No se pudo avanzar en la mejora de los segmentos de superficie del reflector primario ubicado en el anillo 4 ya que esta actividad requiere el acceso a la grúa torre de 60 metros para extraer y reinstalar los segmentos de 800 kg en la estructura de la antena. Sin embargo, la grúa torre se baja a su posición de almacenamiento todos los años a fines de diciembre debido al riesgo de colapso debido a la acumulación de hielo durante los meses de invierno, y no se vuelve a erigir hasta fines de marzo. Entonces la grúa torre no se disponible durante este período inicial de 2020. Por lo tanto, el equipo de mantenimiento e ingeniería solo pudo actualizar los segmentos ya removidos y transportados al INAOE en diciembre de 2019. El rendimiento y la precisión de alineación de dos segmentos adicionales del anillo 4 se han mejorado significativamente después del trabajo de mantenimiento realizado en INAOE. Estos segmentos están listos para ser reinstalados en el reflector primario del telescopio tan pronto como lo permita la situación del COVID-19.

Se iniciaron trabajos de modificación y adecuación de cabina de receptores para albergar los nuevos instrumentos (MUSCAT, TOLTEC y Super Spec) con dimensiones grandes, y sus sistemas criogénicos de refrigeración y se realizó la fabricación de estructuras para soportar los instrumentos y sus espejos.

Solo el nivel mínimo de mantenimiento y seguridad de la infraestructura del telescopio en el sitio y el campo base ha sido posible desde el 20 de marzo de 2020. Un tema práctico importante es la necesidad continua de encender y mover el telescopio de forma regular (al menos cada semana) para evitar daños en los sistemas electromecánicos y el mantenimiento continuo de la estructura

de acero, incluida la pista de azimut, los engranajes y motores de elevación, las cajas de cambios y los frenos de los sistemas de transmisión. Esta es una preocupación importante del equipo técnico que aún debe abordarse durante la continua pandemia de COVID-19 y un período sin el apoyo financiero para la segunda etapa del proyecto FORDECYT aprobado. El riesgo para la infraestructura del telescopio y el costo de reemplazar los principales componentes mecánicos es extremadamente alto en comparación con el costo insignificante del mantenimiento regular.

La operación científica y el mantenimiento del GTM son financiados por el proyecto CONACYT FORDECYT (# 297324). La primera etapa de este proyecto concluyó el 28 de febrero de 2020. El Informe Técnico fue presentado al CONACYT el 13 de marzo de 2020. Al momento de redactar este informe aún no hay decisión sobre cuándo el INAOE recibirá los fondos asignados para la segunda etapa (\$ 51,571,355 pesos durante un período de 12 meses) del proyecto. Durante el primer semestre de 2020, el equipo binacional colaboró en la presentación (mayo de 2020) de una gran propuesta de financiamiento, liderada por la Universidad de Massachusetts (UMASS), al MSIP (Programa de Innovación de Escala Media en Ciencias Astronómicas) de EE. UU. Fundación Nacional de Ciencias (NSF). Esta propuesta solicitó apoyo para complementar el financiamiento de CONACYT FORDECYT y contribuir con la fracción estadounidense de los costos directos de la operación científica del GTM en México, y el apoyo relacionado de la colaboración de GTM en UMASS. NSF aprobó recientemente el proyecto en agosto de 2020 y otorgó aproximadamente \$ 5 millones de dólares estadounidenses por un período de 3 años para los costos operativos del GTM.

### **Actividades científicas**

El programa científico de GTM continuó durante los primeros meses de 2020, sin embargo, las observaciones del VLBI del Event Horizon Telescope tuvieron que cancelarse ya que el GTM y otros telescopios participantes se cerraron en abril de 2020. Se realizaron más pruebas de puesta en servicio y actualizaciones de los instrumentos SEQUOIA, B4R y el receptor de 1 mm, así como la instalación y prueba del primer receptor (submilimétrico) de 345 GHz (CHARM, una colaboración con las universidades de Oxford y Manchester y los laboratorios Rutherford Appleton en el Reino Unido). Se lograron excelentes avances en la finalización del desarrollo de dos nuevas cámaras de gran formato, MUSCAT y TolTEC, que utilizan detectores KIDS (Kinetic Inductance Devices). Ambos instrumentos serán importados a México antes de fin de año si mejora la situación de COVID.

A partir de abril 2020, todas las actividades científicas y técnicas se han realizado a través de reuniones virtuales mientras se trabaja desde casa. Estos incluyen el desarrollo de manuales operativos para el telescopio y los instrumentos científicos, el desarrollo continuo de canales de software y reducción de datos, y el apoyo de la reducción y el análisis de datos GTM a la comunidad de usuarios binacionales. Con esta preparación realizada, se lanzará una nueva convocatoria de propuestas a principios de noviembre de 2020 invitando a las comunidades de usuarios científicos de los socios de GTM a presentar nuevos proyectos que exploten el potencial de GTM para estudiar la formación y evolución de estructuras (planetas, estrellas, galaxias y agujeros negros) a lo largo de toda la historia del universo. El equipo científico de GTM también ha sido particularmente activo, con la organización de cursos en línea, talleres, seminarios webinars, eventos de divulgación, supervisión de estudiantes de maestría y doctorado, publicación de artículos científicos, y la generación de simulaciones para prepararse para las encuestas heredadas a gran escala que se realizarán con TolTEC en 2021.