

DIRECCIÓN GENERAL INAOE
PLAN DE TRABAJO 2016-2021
Alberto Carramiñana

Resumen ejecutivo

Este plan de trabajo presenta una ruta crítica hacia el INAOE de la próxima década. El trienio 2016-2018 se enmarca dentro de la presente administración pública federal, con condiciones fijadas por el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2012-2018, el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2014-2018 y, en particular, el plan de reestructuración de Centro Públicos de Investigación en proceso de instrumentación a partir de los PILAs y ECATIs. En este marco, se planea solidificar la base de investigación científica del INAOE y ampliar las capacidades de desarrollo tecnológico y vinculación con el sector productivo del instituto, aprovechando en primera instancia la oportunidad de crecimiento que ofrece el Anexo Tecnológico en Tonantzintla. Esta estrategia deberá permitir el avance del INAOE para mantenerse como una institución líder y de reconocimiento internacional en investigación científica en la década 2020, con un estrecha vinculación con el sector productivo.

1. Antecedentes - introducción

1.1. El INAOE y la visión de Guillermo Haro

El 12 de noviembre de 1971 el Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla (OAN-Ton), primer centro de investigación científica fuera de la capital del país, se transforma en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica “con el fin de ampliar las labores de investigación y asumir la formación de recursos humanos, coadyuvando a la satisfacción de las necesidades nacionales de carácter científico, tecnológico y pedagógico.” La misión del INAOE está plasmada en su decreto de re-estructuración del año 2006, mismo que enuncia, entre otros “I: Impulsar y desarrollar la investigación básica y aplicada en Astrofísica, Óptica, Electrónica, Ciencias Computacionales, instrumentación, telecomunicaciones y áreas afines... y contribuir a la solución de problemas nacionales, regionales y locales de nuestro país. II. Asociar el trabajo científico y la formación de recursos humanos al desarrollo del conocimiento y a la atención de las necesidades del sector productivo y la sociedad mexicana. III. Formular, ejecutar e impartir enseñanza superior... V. Difundir los avances en las disciplinas materia de su especialidad.”

El OAN-Ton se formó en 1942 gracias en buena medida a la donación de la Cámara Schmidt a México por la Universidad de Harvard, gestionada por Luis Enrique Erro. La operación del observatorio requirió que Erro, y más decididamente Haro, ambos sin formación académica formal, promovieran la formación de recursos humanos especializados, tanto para las labores del observatorio como para su desarrollo posterior. Guillermo Haro, en un cuestionamiento registrado en su discurso de entrada al Colegio Nacional, planteó la pertinencia de investigar los astros en un México lleno de carencias, reflexión que lo llevó a transformar el observatorio de Tonantzintla en un instituto con una visión compenetrada con las necesidades del país.

Tres décadas después, la exitosa visión de Haro fue re-descubierta por la Unión Astronómica Internacional en su “Office of Astronomy for Development”, que promueve la astronomía como un instrumento de desarrollo. Países con vocación para la astronomía han aprovechado el desarrollo de infraestructura científica para potenciar su propio desarrollo tecnológico y social. En los casos concretos de Sudáfrica y Chile, países con similitudes con el nuestro, las agencias gubernamentales responsables de apoyar la investigación científica han identificado a la astronomía como una área estratégica, ubicándola en niveles altos de su estructura orgánica y programas específicos dirigidos a esta ciencia. México es, después de Chile, uno de los países

con mejores condiciones geográficas para la astronomía, contando en San Pedro Mártir con un sitio competitivo internacionalmente para la astronomía óptica, equiparable a los mejores sitios chilenos, y con un sitio de gran altitud, Sierra Negra, culminando a 4600 metros, por encima de Hawai y sólo por debajo del sitio de ALMA ubicado en Chajnantor, Chile. Y, si bien el potencial geográfico de México para la astronomía es superior al de Sudáfrica, éste último ha adoptado la investigación del cosmos como un tema para impulsar el desarrollo de su nación y su visión de liderazgo regional.

1.2. El INAOE de 2011 a 2016

A cuarenta años de su transformación, en 2011 el INAOE era una institución de alta trascendencia en el entorno académico mexicano, líder entre los Centros Públicos de Investigación (CPIs) y consolidada por su trayectoria en investigación, formación de recursos humanos, desarrollo tecnológico y vinculación. En ese año el INAOE fue reconocido en el ámbito local con el Premio Alux de la organización Síntesis por 40 años de labor científica. Sin embargo, y a pesar de destacar por el alto nivel de sus indicadores, el instituto cargaba con el descrédito de su proyecto bandera, el Gran Telescopio Milimétrico. El GTM estaba en un momento de descrédito, aún pendiente de justificar la apuesta que el INAOE puso en la mesa con la llegada de Alfonso Serrano en 1992. Después de 16 años, y una inversión por parte de México de más de 1,300 millones de pesos, sumada a 450 millones de la Universidad de Massachusetts, seguía en el aire la demostración de la funcionabilidad del telescopio en las bandas nominales de operación, entre 0.8 y 4.0 milímetros. La puesta en funcionamiento del GTM era ingrediente indispensable en los planes de trabajo de quienes contendimos por la Dirección General a principios del 2011.

Este reto inmediato, complicado por un presupuesto insuficiente asignado al proyecto dentro del PEF 2011, empezó a ser superado con la observación de líneas moleculares de la galaxia M82, y varios objetos más; la primera luz en la banda milimétrica fue anunciada por el INAOE el 1 de junio de 2011, seis semanas antes del fallecimiento de Alfonso Serrano - líder indiscutible del proyecto hasta ese momento. Con el apoyo de CONACYT, el equipo del GTM en el INAOE avanzó con dedicación, progresando en la mejora continua de la antena, cuya superficie primaria alcanzó una precisión de 60 micras sobre los 800 metros cuadrados de superficie funcional en 2013, permitiendo poner en operación al servicio de las comunidades mexicanas y de la UMASS el “Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano”, así re-nombrado por acuerdo de la Junta de Gobierno del INAOE. Durante esta gestión, el GTM superó la incertidumbre, el descrédito, golpes mediáticos y la complicada situación presupuestal de 2011, logrando

la primera luz en la banda de diseño, la estabilidad del proyecto con su incorporación presupuestal al INAOE y la entrada en operación como el instrumento formidable que es. El GTM rápidamente ingresó al consorcio internacional del Event Horizon Telescope como elemento indispensable para poder obtener la primera imagen del hoyo negro en el centro de la Galaxia en 2017, siendo la antena de mayor tamaño y desempeño del arreglo intercontinental de antenas milimétricas en este proyecto - hito destacado por el New York Times el pasado mes de junio. Con el apoyo de CONACYT, el GTM concretará en los próximos meses el Plan de Terminación 2013-2016, con la instalación de la superficie primaria faltante, los elementos para su control activo y un nuevo espejo secundario de alta tecnología programados para el 2016. El Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano se ha convertido, finalmente, en un caso de éxito para la ciencia de nuestro país.

El INAOE fue más allá en el desarrollo de infraestructura para la investigación en astronómica. En inédita colaboración con treinta instituciones de México y Estados Unidos desarrollamos el observatorio de rayos gamma HAWC (High Altitude Water Cherenkov), que también lleva consigo la etiqueta de “único a nivel mundial”. A inicios de 2011 apenas iniciaba el desplante del terreno que conformaría la plataforma de HAWC, en la base Norte del volcán Sierra Negra. La instalación de los 300 tanques detectores Cherenkov de gran volumen, a cargo del INAOE, fue terminada en diciembre de 2014, dentro de los cuatro años estipulados por el proyecto. Con el financiamiento conjunto de la National Science Foundation, el Department of Energy y el CONACYT, se alcanzaron hitos como el del inicio de la primera fase de operaciones en agosto de 2013, y el del observatorio completo y en funcionamiento en 2015. Asistieron a la inauguración de HAWC el Director General de CONACYT, el Dr. Enrique Cabrero, y -de manera inédita para una infraestructura científica en México- la Directora de la National Science Foundation, la Dra. France Cordova. El observatorio HAWC supera los niveles de desempeño especificados en la propuesta original, contando ya con ocho publicaciones referenciadas en revistas de alto impacto.

Podemos listar otros logros de la presente administración, algunos enunciados en el plan de trabajo propuesto en 2011:

- el avance del laboratorio de innovación en MEMS (LiMEMS), que actualmente provee servicio a usuarios del INAOE, México e instituciones del extranjero. Durante estos cinco años el LiMEMS adquirió equipo por más de 44 millones de pesos.
- La creación de la Maestría en Ciencias Espaciales del INAOE y, más recientemente, la aprobación del Doctorado en la misma disciplina por la H. Junta de Gobierno. Estos son los primeros programas de posgrado transversales que aprovechan

conocimientos de las cuatro áreas, aunadas a la experiencia adquirida por el instituto en los cursos del Centro Regional de Enseñanza en Ciencia y Tecnología del Espacio para América Latina y el Caribe, el CRECTEALC, cuyo campus México reside en el INAOE.

- La formación de un grupo de ciencias espaciales, que además de conformar el programa de posgrado en el tema, ha diseñado y construido el nanosatélite Ulises I.
- Iniciar el desarrollo del Anexo Tecnológico del INAOE, un terreno de dos hectáreas en Tonantzintla, a menos de setecientos metros de las instalaciones principales del INAOE. Este terreno ha empezado a aprovecharse para el desarrollo de proyectos INAOE-SEMAR por parte del Laboratorio de Visión por Computadora, al mismo tiempo que se instalan el Centro de Datos y el Laboratorio de Prototipos 3D. Próximamente buscamos establecer ahí el Centro de Soluciones Tecnológicas.
- El reconocimiento oficial por parte de la SEMARNAT de la Sierra Mariquita, el sitio del Observatorio Astrofísico Guillermo Haro, en Cananea, Sonora, como Área Natural Protegida en la categoría de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación.
- El avance, conjunto con el Instituto de Astronomía de la UNAM, del proyecto del Telescopio San Pedro Mártir (TSPM), en el cual el INAOE aporta conjuntamente con la Universidad de Arizona el espejo primario de 6.5 metros de diámetro y al Científico del Proyecto.
- La consolidación del Laboratorio de Robótica del INAOE, reconocido con varios premios a nivel nacional, como el primer lugar en la categoría @Home que recibió “Sabina” en el Torneo Mexicano de Robótica.
- Se implementó un nuevo programa de Seminarios Institucionales que ha sido exitoso tanto en las aportaciones de prestigiosos conferencistas, como en apoyar la integración de la comunidad institucional.
- La creación de la Dirección de Divulgación y Comunicación que ha potenciado las imagen del instituto en la sociedad.
- El reconocimiento Memoria del Mundo México que recibió la colección de placas astronómicas de Tonantzintla por parte de la UNESCO en octubre de 2014.
- Acordamos con la BUAP el desarrollo del anillo metropolitano de fibra óptica, que dará conectividad de alto nivel tanto al sitio de Sierra Negra con el INAOE como a nuestras instituciones, incluyendo varios campus universitarios.
- Durante la presente administración se firmó el primer Contrato Colectivo de Trabajo del INAOE. Este es un hito importante al reconocer el instituto derechos de los trabajadores por encima de los inherentes a la Ley Federal del Trabajo, sin menoscabo de su carácter académico, y con la premisa de depender de recursos públicos y ser parte de la administración pública federal.

Quedan pendientes, algunos de cuales presenté hace cinco años, y a los cuales se han agregado nuevos retos importantes:

- la formalización de los tecnólogos dentro del estatuto de personal académico, o por lo menos dentro de un reglamento específico, para evaluar su desempeño y normar su ingreso, promoción y permanencia.
- El diseminar la cultura de la gestión de proyectos.
- El crecimiento físico de la institución.
- El envejecimiento de la planta académica y la necesidad de su renovación continua.

2. Diagnóstico

El INAOE es un organismo público descentralizado sectorizado dentro el CONACYT, el ramo 38, como centro público de investigación (CPI). Como tal, estamos sujetos al presupuesto de egresos de la federación de la Secretaría de Hacienda y al control de la Secretaría de la Función Pública, instancias que forman parte del proceso de evaluación del desempeño del INAOE. El Plan Estratégico de Mediano Plazo vigente (PEMP 2014-2018) del instituto está alineado con el Plan Nacional de Desarrollo (PND 2012-2018) y el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI 2014-2018). Es ahora necesario retomar esta planeación, extendiéndola a una proyección del INAOE con miras a los 2020s: su renovación a cincuenta años de su recreación y ochenta del OAN-Tonantzintla. Dentro de este análisis es fundamental considerar una estrategia de fortalecimiento institucional congruente con la reestructuración del sistema de CPIs, dirigida a cimentar el INAOE de la próxima década.

Los documentos de planeación y coordinación sobre los cuales se basa la reestructuración del sistema de CPIs CONACYT son los Programas de Investigación de Largo Aliento (PILA) y las Estrategias de Centros para la Atención Tecnológica a la Industria (ECATI), los primeros dirigidos al desarrollo académico de los CPIs y los segundos a las actividades con el sector productivo. El objetivo de CONACYT es lograr la re-estructuración de los CPIs dentro de esta administración pública federal (APF), definiendo coordinaciones de CPIs en una alineación temática basada en los PILAs y ECATIs. Los ECATIs han identificado sectores económicos clave, en los que será importante situar al INAOE para reforzar las capacidades relevantes del centro de forma complementaria con las capacidades de otros CPIs. Esta alineación del instituto con el planteamiento de los ECATIs por parte de la coordinadora de sector es importante para recibir apoyos que nos permitan desarrollar y adquirir nueva infraestructura, así como para integrarnos a consorcios que complementen las capacidades de varios centros. Adicionalmente, el INAOE definirá áreas estratégicas propias, que pueden ser propuestas a CONACYT dentro del esquema de los ECATIs.

Por su parte los PILAs definen áreas del conocimiento relevantes para una estrategia de atención de problemas nacionales sobre la base del conocimiento. En el caso del INAOE las cuatro áreas sustantivas tienen un carácter fundamental de ciencia básica, y varias de las temáticas definidas por los PILA caen de manera natural en nuestros grupos de Astrofísica, Óptica, Electrónica y Cómputo. El INAOE, que ha liderado la elaboración del PILA “Naturaleza del Universo” y participado en otras, debe mantener la investigación básica como parte de su esencia.

INAOE debe aprovechar las directrices sentadas por los PILAs y ECATIs para fortalecer la infraestructura institucional, en particular la dedicada a desarrollo tecnológico y vinculación, y con ella potenciar la generación de recursos propios. En esta visión, al cambio de la APF en 2018, el INAOE será una institución de alto prestigio académico, realizando investigación de impacto internacional y vinculada con el sector productivo.

2.1. Investigación científica

La plantilla de investigadores del INAOE ha crecido durante mi gestión, primero en base a una decena de contrataciones en 2011 y 2012, y posteriormente con la incorporación de ocho cátedras CONACYT en 2014 y 2015, cuatro asignadas al área de Astrofísica (tres a GTM, y una a HAWC), tres a la Coordinación de Óptica y una a Electrónica. La falta de un esquema atractivo de jubilación propicia el envejecimiento de la plantilla académica, y la creciente ocupación de plazas de nivel superior, en particular de investigadores titulares B y C. En este sentido el programa de Cátedras CONACYT provee un canal de renovación del personal académico que debemos seguir aprovechando.

El INAOE ha avanzado significativamente en los indicadores relacionados con la investigación científica: en particular se ha elevado el número de publicaciones en revistas arbitradas de 189 en 2011 a 233 en 2015, después de haber alcanzado un máximo histórico de 249 en 2014; en consecuencia la fracción de investigadores del INAOE en el Sistema Nacional de Investigadores rebasa el 90% desde 2014. El incremento en la producción no se debe solamente al creciente número de investigadores, sino también a un aumento en su productividad la cual pasó de 1.58 artículos por investigador en 2011 a alcanzar 2.01 en 2014, bajando a 1.78 en 2015. Recientemente, y siguiendo recomendaciones de la H. Junta de Gobierno, hemos incorporado criterios de calidad en el análisis de nuestras publicaciones, comprobando que se sitúan principalmente en revistas de alto impacto. Sin embargo, debe ser una preocupación el que en cada ejercicio anual haya más de 20 investigadores sin registrar una publicación; la incidencia puede ser justificable, pero no así la reincidencia. Vale la pena resaltar que el trabajo de investigación del INAOE tiene una importante componente de investigación aplicada con alto potencial de desarrollo tecnológico.

La trayectoria de varios de nuestros investigadores ha sido destacada con el premio estatal de ciencia y tecnología; y si bien hemos recibido distinciones importantes de agrupaciones como la OSA, debe ser de atención que desde hace varios años no hemos recibido una distinción importante a nivel nacional en investigación científica. Es una consideración adicional que el INAOE no tenga miembros eméritos en el Sistema Nacional de Investigadores. El INAOE debe favorecer la productividad de sus investigadores y evitar caer en el espejismo de ser un referente en la ciencia de nuestro país solamente por el alcance de sus grandes proyectos, sin que exista un reconocimiento al trabajo de sus investigadores. En ese sentido es menester ser protagonistas de la explotación científica de la infraestructura que hemos desarrollado.

Investigación científica			
Variables internas		Variables del entorno	
Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Liderazgo a nivel nacional y reconocimiento internacional en varias áreas de investigación.	Fracción importante de investigadores con baja productividad.	Explotación de la infraestructura desarrollada: GTM, HAWC, LiMEMS, robótica...	Limitaciones en infraestructura física y capital humano.
Alto porcentaje de investigadores en el SNI, con alto porcentaje en los niveles II y III.	Baja colaboración entre grupos; falta de proyectos integradores.	Programa de Cátedras CONACYT	Competencia emergente con proyectos estratégicos del INAOE.
Acceso a laboratorios y observatorios de gran alcance: GTM, HAWC, LiMEMS...	Envejecimiento de la planta académica.	Convocatorias de CONACYT en apoyo a la investigación científica.	Mecanismos excesivos y repetitivos de evaluación en detrimento de las actividades sustantivas.
Publicaciones dirigidas a revistas de alto factor de impacto en algunas áreas.	Proporción notoria de publicaciones en revistas de bajo impacto en algunas áreas.	Fortalecimiento de sinergias con otras instituciones.	Restricciones para el ejercicio del presupuesto, como por ejemplo en la adquisición de TICs.
Alto nivel de cooperación con grupos reconocidos internacionalmente.		Áreas en las que proyectos de investigación tienen un potencial de aplicación.	

2.2. Formación de recursos humanos

Al presentar ante la comunidad del INAOE el plan de trabajo 2011-2016, mencioné la importancia de alcanzar “el delicado balance entre indicadores y calidad” en nuestros posgrados. El INAOE ha sabido cumplir con este punto, manteniendo dentro del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) cuatro posgrados en competencia internacional (MA, MO, ME y DC), y cuatro como consolidados (DA, DO, DE, MC). Año con año contamos con una matrícula superior a 200 alumnos en nuestras maestrías y otro tanto en los doctorados, con un número total de 101 egresados, 62 de maestría y 39 de doctorado, en 2015. Adicionalmente, ya “hemos logrado superar el reto de la multi-disciplina”, estableciendo la maestría en Ciencias Espaciales, registrada como de “Reciente Creación” en el PNPC. Una de las metas a corto plazo es el arranque y registro en el PNPC del doctorado en Ciencias Espaciales, aprobado por la H. Junta de Gobierno en octubre de 2015, y la consolidación de esta especialidad en el instituto.

El seguimiento de los egresados del INAOE muestra que la gran mayoría de estos se han insertado en la academia, nacional o del extranjero, o en la industria, nacional, del extranjero o incluso propia, faltando información del 4% de nuestros graduados de doctorado. Los egresados del INAOE se han insertado en todos los estados de la república, con la excepción de Durango. Notamos que muchos de ellos se han insertado en el sector productivo; es un hecho, tanto en México como en la mayoría de los países, que la academia es incapaz de absorber a todos los egresados de carreras y posgrados científicos (ver el artículo en Nature vol. 528, p. 7, diciembre 2015). En este sentido es importante que nuestros programas imbuyan aptitudes adicionales, como la programación o la gestión de proyectos.

Uno de los problemas prácticos más inmediatos para el crecimiento de nuestros posgrados es la limitación en espacios físicos, insuficientes para albergar a más de 400 espacios. En ese sentido el desarrollo del anexo tecnológico del INAOE representa una magnífica oportunidad.

Formación de recursos humanos			
Variables internas		Variables del entorno	
Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Posgrados de competencia a nivel internacional, o consolidados en proceso de alcanzar dicho nivel.	Eficiencia terminal relativamente baja en algunos programas.	Reconocimientos y proyección de los posgrados a nivel nacional e internacional.	Competencia de otros posgrados que puedan disminuir el número de candidatos a nuestros programas.
Infraestructura de primer nivel en los laboratorios institucionales.	Limitaciones en espacios físicos.	Consolidación de los programas de Ciencias Espaciales.	Restricciones para el crecimiento y nuevas contrataciones.
Éxito en la formación de recursos humanos con conocimientos para desarrollar ciencia básica, aplicada y tecnológica.	Restricciones presupuestales para la renovación y actualización de equipo de laboratorio.	Posibilidades de inserción en el sector productivo en algunas de nuestras especialidades.	Falta de mercado para los egresados, en particular en el sector productivo.
Creciente reconocimiento de nuestros egresados en la comunidad académica nacional.		Nuevos espacios físicos en el anexo tecnológico.	Recursos de inversión insuficientes para el desarrollo de nuevos espacios físicos.
Versatilidad de nuestras áreas de especialidad (Óptica, Electrónica y Computo).			

2.3. Desarrollo tecnológico

Una de las “banderas” del INAOE, independiente de los proyectos de observatorios astrofísicos, es la relación con la Secretaría de Marina (SEMAR). El INAOE se mantiene como un importante aliado tecnológico de la SEMAR, en proyectos con alto contenido de desarrollo tecnológico, aportando a SEMAR un conducto de independencia con instituciones o empresas del extranjero. En estos años, el alcance de los proyectos que el Laboratorio de Visión por Computadora (LVC) y el Centro de Ingeniería (CeIn) del INAOE llevan con la SEMAR ha sido creciente. El Laboratorio de Espectrofotometría y Colorimetría (LaBEC) del INAOE ha tenido una participación creciente en servicios especializados con la industria. Hemos ampliado el potencial de vinculación con el sector productivo con acciones como:

- el desarrollo del Centro de Datos, presente en la cartera de inversión 2016 del INAOE, y del Laboratorio de Prototipos 3D, ambos en el Anexo Tecnológico.
- Potenciar el Laboratorio de Fibra de Carbono, derrama del proyecto GTM. Este laboratorio ha participado en la manufactura de automóviles livianos y es un apoyo importante para el LVC.
- La propuesta del Centro de Soluciones Tecnológicas, que busca ampliar las capacidades del CeIN, experto en sistemas de control para instrumentos de alta precisión a software, sistemas embebidos, prototipos rápidos y diseño mecánico.
- El plan de ampliar el LaBEC al trasladarlo al Anexo Tecnológico.

En los próximos años será importante la alineación del INAOE con los sectores clave definidos en el plan de ECATIs, en particular:

- **automotriz:** tanto el LVC cómo el CeIN/CST están buscando ampliar sus capacidades para la atención de este sector altamente productivo. Las capacidades en micro y nano-electrónica de los laboratorios del INAOE, dedicados hasta ahora en mayor medida a la formación de recursos humanos y proyectos institucionales, requieren ser finalmente potenciadas para su aplicación en proyectos vinculados a los sectores productivos, y en particular y corto plazo al automotriz. Laboratorios de la coordinación de Ciencias Computacionales como los de cómputo y procesamiento ubicuo, de cómputo reconfigurable y de alto rendimiento, y de robótica deben jugar también un papel en este tema. En 2016 el INAOE debe estar atento a la convocatoria del FOMIX Puebla - CONACYT.
- **Aeronáutico:** el INAOE ha desarrollado para la SEMAR proyectos con potencial de vinculación con el sector aeronáutico. Nuevamente temas como electrónica y control, inherentes al INAOE, son relevantes al sector.

- **Hidrocarburos:** este es un sector con vinculación con el INAOE, pero en el cual no hemos desarrollado proyectos con carácter eminentemente tecnológico. Persiste como una área de oportunidad para el instituto.
- **Energéticos no hidrocarburos:** el grupo de Ciencias Computacionales del INAOE es activo participante del CEMIE-Eólico, mediante la elaboración de modelos predictivos de vientos, como los desarrollados por Enrique Muñoz de Cote. Además de destacar la investigación conjunta entre Óptica y Electrónica de celdas solares orgánicas, podemos mencionar iniciativas en términos de generación maremotriz. Anteriormente el INAOE desarrollo el horno solar de alto flujo radiativo del Instituto de Energías Renovables de la UNAM, en Temixco; desafortunadamente hemos perdido capacidades en el desarrollo de sistemas de captación solar.
- **TICs:** tema vigente en la coordinación de Ciencias Computacionales, participante de la PILA TICs. Varios laboratorios de este coordinación son relevantes al tema, como son los de tecnologías del lenguaje, aprendizaje computacional y reconocimiento de patrones.

Dentro de las áreas de oportunidad identificadas en el PEMP 2014-2018 del INAOE está identificada de manera prioritaria la formación de un grupo de ciencias espaciales, el cual se ha materializado y ha ido cobrando fuerza. Dentro del sector salud, también identificado en el PEMP, tenemos proyectos a través de las áreas de Óptica, Electrónica y Ciencias Computacionales. Como proyectos concretos podemos citar el Nano-satélite Ulises 1, desarrollado íntegramente en el INAOE, y el sistema de rehabilitación para pacientes víctimas de embolias Gesture Therapy, dispositivo por el cual Enrique Sucar y Felipe Orihuela recibieron el premio Tecnos 2014 por parte del gobierno de Nuevo León.

El INAOE de Guillermo Haro realiza investigación aplicada con potencial de convertirse en nueva tecnología. Dentro del concepto de desarrollo tecnológico en Tonantzintla es frecuente omitir las áreas sustantivas de investigación y remitirnos a las labores de vinculación, con alto contenido de desarrollo, que el INAOE realiza con otros sectores, o incluso desarrollando infraestructura enfocada a la investigación científica - como en Astrofísica. Es en este sentido importante reforzar la investigación aplicada y buscar dirigirla hacia sus aplicación, aprovechando la Oficina de Transferencia de Tecnología y Conocimiento (OTTC) del INAOE, creada en 2013 tras el acuerdo de la H. Junta de Gobierno. Cómo ejemplos de investigación aplicada de potencial tecnológico podemos citar proyectos asociados a algunas Cátedras CONACYT asignadas al INAOE:

- 2728: Investigación y desarrollo de láser de fibra óptica para aplicaciones médicas, de sensado remoto e industriales;

- 2734: investigación y desarrollo de dispositivos fotovoltaicos a base de materiales nano-estructurados orgánicos e híbridos;
- 2750: desarrollo de sistemas de digitalización tridimensional de objetos microscópicos y macroscópicos con alta resolución, por medio de métodos ópticos y computacionales.
- 501: técnicas de análisis y procesamiento de señales en hardware en espacios tiempo-frecuencia.

Es menester del INAOE promover el desarrollo de prototipos, la cultura del patentamiento, la protección de la propiedad intelectual y su aprovechamiento. El INAOE tiene la capacidad de desarrollar de tecnología en los laboratorios de micro-electrónica, MEMS, instrumentación astronómica, superficies esféricas, comunicaciones ópticas y opto-electrónica, imágenes y color digital, instrumentación óptica, microscopía y metrología dimensional, óptica biomédica, óptica difractiva, películas delgadas, crioelectrónica, altas frecuencias, diseño de circuitos integrados, MEMS, comunicaciones ópticas, procesamiento de señales digitales, y aprovechando la infraestructura del Taller de Óptica.

Desarrollo tecnológico			
Variables internas		Variables del entorno	
Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Experiencia exitosa en desarrollo de proyectos.	Falta de mecanismos de evaluación de tecnólogos.	ECATIs: automotriz, aeronáutico, energéticos no HC, TICs.	Restricciones para el ejercicio del presupuesto.
Infraestructura de primer nivel en los laboratorios institucionales.	Restricciones presupuestales para la renovación y actualización de equipo de laboratorio.	Desarrollo del Anexo Tecnológico: CST.	Competencia en áreas estratégicas del INAOE.
Éxito en la formación de recursos humanos con conocimientos para desarrollar ciencia y tecnológica.	Insuficiente vinculación de algunas áreas con sectores productivos.	Demandas de proyectos y equipos especializados para la solución de problemas en industria y gobierno.	Marco legislativo en el que las normas administrativas tienen precedencia sobre las sustantivas.
Investigación aplicada de alto nivel.			

2.4. Vinculación

El INAOE tiene una importante vinculación con los sectores académico, social y productivo. Ejemplos concretos son los convenios con otros Centros Públicos e instituciones académicas como la UNAM, la BUAP, con quienes participamos en el Laboratorios Nacionales; o con institutos tecnológicos locales, a quienes apoyamos de mediante colaboraciones académicas. Tenemos lazos con instituciones del extranjero, en particular con universidades como la UMASS o las participantes en HAWC, con las que hemos tenido intercambios académicos. El desarrollo del proyecto HAWC también ha reforzado la vinculación con universidades como la UMSNH, UAEH, UPP y UdG.

La vinculación con el sector productivo se plasma principalmente en la colaboración con PEMEX y CFE, y en la alta participación del INAOE en el Programa de Estímulos a la Innovación, donde estamos vinculados en doce proyectos relacionados con los sectores automotriz, robótico, prototipos 3D, TICs, y bio-médico. El INAOE ha ido acrecentando sus vínculos con la industria automotriz en la zona, actividad emergente y prioritaria.

La vinculación del INAOE con el Estado de Puebla se da mayormente a través de las actividades de difusión científica, tanto en Puebla y alrededores como en Sonora; los programas de cursos y diplomados a maestros de bachillerato del estado de Puebla; y las actividades enfocadas a las comunidades aledañas al volcán Sierra Negra, sitio del GTM y HAWC. Dentro de esta actividad podemos destacar el Campamento Mariposas que lleva el INAOE junto con PeaceCorps México y la Secretaría de Educación del Estado de Puebla. El Campamento Mariposas está dirigido a niñas y mujeres de entre 14 y 18 años de edad de comunidades cercanas al GTM, como Atzitzintla y Ciudad Serdán, que registran altos índices de marginación. El programa incluye una estancia en las instalaciones del INAOE en Tonantzintla en las que se dan ponencias y talleres impartidos por especialistas en salud, psicología, educación, liderazgo y trabajo en equipo, con la finalidad de que las jóvenes mujeres piensen críticamente acerca de ellas y de su entorno, se valoren como personas y descubran habilidades de liderazgo. En el Campamento participan expertos en equidad y género, lectura y escritura, medio ambiente, ciencias, salud, nutrición, deportes, primeros auxilios, psicología y psicopedagogía de diversas instituciones. Se pretende que, al terminar el Campamento, las asistentes funden clubes en sus comunidades para mejorar la vida de la gente en sus lugares de origen y utilicen las herramientas aprendidas en su vida futura. Esta acción, encuadrada en el programa “Mil niñas, mil futuros” patrocinado por la US-Mexico Foundation, es sin duda la principal acción del INAOE en cuestión de equidad de género con un añadido enfoque a zonas de alto grado de marginación.

Vinculación

Variables internas		Variables del entorno	
Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Prestigio adquirido en las zonas de influencia del instituto (Puebla, Sonora).	Actividad no considerada como sustantiva. Reducida participación de académicos.	Estrechar más los vínculos con la SEP Estatal.	Dificultad en contratar personal de apoyo.
Vinculación académica con universidades, en particular BUAP, UNAM.	Limitado personal de apoyo en estas actividades.	Programa de estímulos a la innovación.	Restricciones para el ejercicio del presupuesto en estas actividades.
Programas enfocados a maestros del Estado de Puebla.		Vincular la OTTC-INAOE con otras instituciones.	La caída de PEMEX y CFE.
Relación de varios años con PEMEX y CFE.		Vinculación con sector automotriz.	

2.5. Difusión

El INAOE es una institución de actividad febril en difusión científica. Llevamos de manera periódica actividades como la Feria Internacional de la Lectura (FILEC), que se realiza en el INAOE; el programa del Aula al Universo (DAU), que proporciona telescopios a escuelas en Puebla, Sonora y otros estados, el cual llevamos con el apoyo de la BUAP y Victorinox; los Baños de Ciencia que hemos llevado más allá de Puebla, a lugares como Tepetzala, Córdoba, Cuetzalan y Querétaro; y la Noche de las Estrellas, entre otras. Hemos sabido aprovechar temas como el centenario del Natalicio de Guillermo Haro, veinte años del proyecto GTM, el Año Internacional de la Luz para promover ciclos de pláticas en Puebla y otros lugares, vinculándonos frecuentemente con otras instituciones. Tenemos presencia en medios masivos, como “Pedro Ferriz” y “Al aire”. El total de público atendido por el instituto, dentro y fuera de sus instalaciones es de 90,000 personas en 2014 y 80,000 en 2015.

A finales de 2014 se creó, la Dirección de Divulgación y Comunicación (DDC) del INAOE, de manera interna ante la dificultad de realizar la modificación en la estructura orgánica del instituto. En cualquier caso, con la implementación de la DDC acrecentamos las labores de difusión, logrando que la imagen del INAOE se difunda en el entorno regional. Actualmente la institución tiene un alto nivel de reconocimiento en Puebla, más allá del círculo puramente académico.

Difusión			
Variables internas		Variables del entorno	
Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Impacto importante en la divulgación de la ciencia.	Poco reconocimiento del valor la ciencia por parte de la sociedad en general.	Difusión efectiva de las actividades del instituto.	Publicidad adversa (incluidos golpes mediáticos).
Prestigio del INAOE en el entorno local, estatal y nacional.	Dificultad en medir el efecto real de la divulgación.	La curiosidad inherente del público.	
Dirección de Difusión y Comunicación.		Presencia en medios masivos (ej. Pedro Ferriz)	
Proyectos científicos de alta visibilidad.			

2.6. Gestión administrativa

Una área frecuentemente poco valorada es la administrativa. La dirección de administración y finanzas (DAF) del INAOE gestiona una gran cantidad de procesos de distinta índole. Las actividades de la DAF incluyen realizar cotizaciones y análisis de adquisiciones; elaborar cuadros comparativos; organizar los comités de adquisiciones; procesos de licitaciones; importaciones y trámites aduanales; recepción, clasificación y distribución de materiales; bases de contratos y dictámenes; realización de nóminas, incluyendo el cálculo de impuestos y aportaciones, y la captura de incidencias; elaboración de pólizas; pagos a través de transferencias o cheques; elaboración de informes financieros; integración de expedientes e inventarios; aseguramiento de bienes; expedita atención a solicitudes de información del Órgano Interno de Control. La DAF también apoya la gestión de recursos externos para el instituto, y participó de manera directa en la negociación del Contrato Colectivo del Trabajo del INAOE.

En términos cuantitativos, la DAF gestionó en 2015: 10,113 solicitudes de gasto; 128 contratos a partir de 1579 pedidos; 9 procesos licitatorios; la incorporación de 20,000 artículos al inventario del instituto; 180 constancias de retención de impuestos; 50 cálculos de finiquitos y liquidaciones; y el otorgamiento de 200 prestamos del Fondo Solidario, entre otras. En los últimos años se ha procurado también mayores beneficios en las contrataciones de seguros de gastos médicos mayores y de accidentes personales, como la ampliación de coberturas, adición de enfermedades no cubiertas e incremento de la suma asegurada, con la elaboración de un programa adecuado de aseguramiento y bases de licitación eficientes.

Gestión administrativa			
Variables internas		Variables del entorno	
Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Administración altamente comprometida.	Administración percibida como obstáculo por áreas sustantivas.	Recursos autogenerados para estímulos a los mandos medios y superiores.	Creciente demanda de actividades confrontada con la falta de nuevas plazas administrativas.
Gestión de recursos para el instituto.	Comunicación deficiente entre usuarios y el área administrativa.	Mejorar la percepción de la DAF en la comunidad.	La congelación de percepciones del personal administrativo desde 2006.
Experiencia adquirida en la negociación del Contrato Colectivo de Trabajo del INAOE.	Dificultad en atender el creciente número de proyectos.	Mayor capacitación.	El riesgo de incurrir en sanciones derivadas de la compleja normatividad de la APF.
	Limitaciones normativas intrínsecas a la APF adjudicadas a la DAF.	Automatización de procesos.	Limitaciones en la adquisición de TICs, particularmente para uso no directamente académico.

2.7. La comunidad INAOE

La comunidad del INAOE ha aumentado en número y en estructuración, contando con un total de 579 empleados directos, becarios y personal subcontratado, a quienes se agregan una matrícula de más de 400 estudiantes. El personal académico comprende 119 investigadores regidos por el Estatuto del Personal Académico, 10 tecnólogos y 8 Cátedras CONACYT; la labor sustantiva es apoyada por 18 ingenieros y 102 técnicos; el personal de apoyo lo componen 18 mandos medios y superiores, 54 administrativos y contamos con 85 contratos de tiempo y obra, y 72 becarios. Una fracción importante del personal técnico, administrativo e investigadores forman el Sindicato Unitario de Trabajadores del INAOE (SUTINAOE) que emplazó al instituto a huelga en junio de 2015 a raíz de la negociación del primer contrato colectivo de trabajo - firmado el siguiente mes. El INAOE tiene presencia en los estados de Puebla y Sonora, concretamente en Tonantzintla, Ciudad Serdán, Atzitzintla y el volcán Sierra Negra, y en Cananea y la Sierra Mariquita.

Es fortaleza y debilidad del INAOE el tener cuatro áreas sustantivas con fuerte personalidad grupal. Este es un punto medular de la visión del INAOE de Guillermo Haro es buscar la compenetración de las cuatro áreas para trascender.

Vida institucional			
Variables internas		Variables del entorno	
Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Cuatro áreas con alto potencial de complementareidad.	Cuatro comunidades con compenetración parcial.	Áreas horizontales: Ciencias Espaciales; medicina...	Limitaciones en contrataciones.
Entorno laboral agradable (Tonantzintla, Casa Green de Cananea).	Limitada comunicación con la lejana sede Cananea.	Actividades en común: seminarios institucionales, ceremonias de aniversario.	Limitaciones en espacios físicos.
Derechos reconocidos en el CCT del INAOE.	Grupos con diferentes condiciones, no siempre compaginados.	Relación con el SUTINAOE.	

3. Plan a cinco años - visión década 2020s

Este plan, alineado con el PND, el PECITI y la re-estructuración de CPIs, pretende abordar los pendientes institucionales con la visión de cimentar el INAOE de la próxima década. Expande líneas estratégicas del PEMP 2014-2018.

3.1. La consolidación y explotación de observatorios astrofísicos

3.1.1. El Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano

Como se relató en la primera sección, el GTM se encuentra en una primera fase operación con una apertura de 32m de diámetro. CONACYT ha apoyado al INAOE con los recursos planteados en el Plan de Terminación del GTM durante los ejercicios 2013, 2014 y 2015, con los cuales se ha adquirido el faltante de la superficie primaria, un nuevo espejo secundario y su soporte, y se desarrollo un conjunto de 16 actuadores prototipo para el GTM. Este 2016 deberá ser un año importante para el GTM, teniendo previstas las siguientes acciones:

- la instalación de 1,200 m² de superficie primaria, acrecentando la superficie útil del telescopio en un 250%;
- la instalación del nuevo espejo secundario que tiene una precisión mejor que 20 micras en relación a la forma especificada, que mejorará importantemente la eficiencia de la antena;
- la adquisición e instalación del sistema de actuadores que permiten el comportamiento activo de la superficie primaria;
- la alineación de todos los componentes;
- la operación a largo plazo del GTM con apertura de 50 metros a partir de 2017.

Estas acciones tienen como meta cumplir a finales de año, sobre el mes de noviembre, con un telescopio de 50 metros de apertura y superficie activa optimizado para observaciones en longitudes de onda entre 0.8 y 4.0 milímetros. De acuerdo al Memorandum de Entendimiento firmado por INAOE, UMASS y CONACYT, alcanzado el hito de la superficie activa de 50 metros de apertura en condiciones de funcionamiento podrá declararse la terminación del proyecto GTM, conllevando al establecimiento del Observatorio Nacional del GTM (ON-GTM), el cual debe contener como elemento fundamental la partición de tiempo de telescopio, acordada en 70% para México y 30% para la Universidad de Massachusetts.

El establecimiento del ON-GTM requiere coordinación con el CONACYT, miembro del Consejo de Colaboración del GTM, por lo menos en dos puntos: (1) la posibilidad de registrar al GTM como Laboratorio Nacional dentro de la convocatoria 2016 que está abierta; (2) definir el modelo de gestión para el ON-GTM. A la fecha el GTM no existe como entidad, o incluso como un área reconocida en la estructura orgánica del INAOE. En veinte años del proyecto no ha sido aprobada una plaza al INAOE asignada al proyecto GTM. Modelos de gestión del ON-GTM deben considerar como posibilidades: (1) el mantener la estructura vigente, que podemos describir como “virtual”; (2) la modificación de la estructura orgánica del INAOE; (3) el establecimiento de una entidad, por ejemplo una Asociación Civil, encargada de la operación y mantenimiento del telescopio. En este respecto, el Director del INAOE sostuvo reuniones con el Director del GTM, David Hughes, el responsable por parte de la UMASS, Peter Schloerb, y el científico del proyecto por México, Miguel Chávez, para proponer un texto del instrumento que deberá regir al ON-GTM en el contexto bi-nacional por lo menos por diez años: el “Long Term Agreement”, o Acuerdo de Largo Aliento. La vida útil especificada para el GTM es de treinta años.

3.1.2. El observatorio de rayos gamma HAWC

HAWC, construido dentro del presupuesto y tiempo especificados en la propuesta a la NSF, DoE y CONACYT, fue inaugurado en marzo de 2015 y se encuentra en fase de operación. Esta fase cuenta con el apoyo de la NSF por un periodo de cinco años, y el permiso de la SEMARNAT por diez años, hasta marzo de 2025. HAWC es un Laboratorio Nacional desde hace dos años, con la UNAM como institución responsable y el INAOE, encargado de la operación y mantenimiento del sitio, aportando los fondos concurrentes. Actualmente la colaboración trabaja en una expansión del proyecto, con 350 tanques periféricos de pequeñas dimensiones repartidos sobre 100,000 m², que le permitirá tener una respuesta mayor a fotones de altas energías - penetrando una región aún no explorada del espectro electromagnético. El INAOE está en el proceso de gestionar los permisos correspondientes con SEMARNAT, bajo el marco de una relación positiva con las autoridades del Parque Nacional Pico de Orizaba.

3.1.3. TSPM y el desarrollo de San Pedro Mártir

El INAOE colabora con la UNAM, y con las universidades de Arizona y Harvard, en el proyecto del Telescopio San Pedro Mártir (TSPM), el cual considera un telescopio óptico-infrarrojo de 6.5 metros de diámetro con amplio campo de visión. El proyecto considera la posibilidad de operar el TSPM como un observatorio dual con el telescopio MMT de misma apertura situado en Mount Hopkins. El INAOE contribuye con el sistema del espejo primario, aportación conjunta con la Universidad de Arizona, y

Fabián Rosales es el Científico del Proyecto TSPM. Se tiene previsto completar el diseño del telescopio en 2016, con miras a iniciar su construcción en 2017. La conclusión del TSPM está prevista para el año 2020.

En una circunstancia imprevista, el permiso para la instalación del Thirty Meter Telescope (TMT) en Hawai ha sido revocado. El TMT es parte de la nueva generación de telescopios ópticos gigantes, junto con el Giant Magellan Telescope (GMT) y el Extremely Large Telescope (ELT), estos dos últimos a ser instalados en Chile. Ante la posibilidad de que la instalación del TMT en Hawai, actualmente en litigio, no sea permitida, se abre la perspectiva a la comunidad científica mexicana de ofrecer el sitio de San Pedro Mártir para el TMT. De ser así, el INAOE trabajaría de manera coordinada con la UNAM y demás instituciones mexicanas para apoyar la sede de este telescopio, de presupuesto siete veces mayor al del GMT.

3.1.4. El Observatorio Astrofísico Guillermo Haro en Cananea

En 2011 el OAGH de Cananea sufrió dos percances que pusieron en riesgo al observatorio mismo: un incendio que llegó a las inmediaciones del observatorio, y al poco tiempo un accidente del vehículo que transportaba el espejo primario después de su aluminización en el OAN-SPM. El OAGH se ha recuperado y el telescopio de 2m ha retomado un alto nivel de productividad, cimentado en proyectos dedicados de largo aliento. Adicionalmente el INAOE ha asumido el compromiso de manejar la Sierra Mariquita como una Área Natural Protegida, con beneficios relevantes para el entorno del Estado de Sonora, yendo mucho más allá de la misión institucional. Una acción a mediano plazo es materializar el proyecto de una campana de aluminizado en el OAGH. Asimismo, existe la propuesta de instalar un telescopio robótico de apertura moderada, proyecto que podría desarrollarse con el grupo de robótica del INAOE.

3.1.5. La participación mexicana en el GTC

México es, desde el año 2000, socio del Gran Telescopio Canarias con una participación del 5%. El acuerdo binacional entre la UNAM, INAOE y el Instituto Astrofísico de Canarias vence en 2019. Si bien la expectativa es extender este acuerdo, será pertinente una evaluación en 2018 del costo y beneficio que ha representado este acuerdo.

Una de las acciones importantes para el INAOE es la participación en el desarrollo de instrumentación de segunda generación para el GTC dentro del proyecto MEGARA, con miras a entregarlo en el GTC a inicios de 2017, para poder ofrecerlo a la comunidad GTC en el semestre 2017B. La entrega a tiempo del instrumento se

traduciría en un tiempo garantizado de 164 horas, equivalente a 1.15 millones de euros o 23 millones de pesos, considerando el valor de 7,000 euros por hora del GTC.

3.1.6. La sonda cosmológica de las Islas - el proyecto Sci-HI

El INAOE, a través de Omar López Cruz de la coordinación de Astrofísica, lidera la iniciativa de la “Sonda Cosmológica de las Islas para la Detección de Hidrógeno Neutro” (Sci-HI), que ha recibido apoyo de las convocatorias de Infraestructura de CONACYT y de la Agencia Espacial Mexicana con el Consejo. En una primera fase del proyecto, el grupo participante, conformado por investigadores de México, Estados Unidos, Canadá, Inglaterra y Argentina ha mostrado que la Isla Guadalupe presenta el menor ruido electromagnético registrado en cualquier ubicación monitoreado en frecuencias entre 100 y 1600 MHz. En una segunda etapa el grupo busca explorar el rango de 60 a 120 MHz con objetivos científicos relacionados a la búsqueda de la señal de hidrógeno neutro en el Universo muy temprano.

3.2. Las áreas de oportunidad

3.2.1. PILAs y ECATIs

El periodo 2016-2018 verá el proceso de re-estructuración de los CPIs, que busca la alineación temática de los mismos, así como la alineación de instrumentos y procesos. Con la premisa de que el INAOE debe mantener de la visión plasmada en el Decreto de Re-estructuración 2006. Al respecto propongo abrir una discusión dentro del instituto enfocada a identificar nuestras fortalezas en relación a los sectores prioritarios definidos para los ECATIs y las áreas temáticas de los PILAs. Este proceso deberá motivar a investigadores y tecnólogos del instituto a alinear sus esfuerzos con el plan del Consejo.

3.2.2. Ciencias espaciales

Adicionalmente, el INAOE deberá continuar con el desarrollo del grupo de ciencias espaciales. Además de haber ampliado la experiencia de los cursos del CRECTEALC al posgrado en Ciencias Espaciales, el INAOE ha empezado proyectos concretos en el tema. El nano-satélite Ulises 1 ha sido desarrollado completamente en el INAOE y es mi intención dar prioridad a su lanzamiento en este año, para poder probar las capacidades del INAOE en la captación de datos y seguimiento del satélite desde la estación terrena instalada en Tonantzintla. En soporte a esta acción, se han realizado pruebas de comunicación exitosas con el Ulises 1 transmitiendo desde la zona del volcán Popocatepetl, y se tienen programadas pruebas desde la ubicación del GTM, con una línea visual de casi 100 km hasta Tonantzintla.

Otra acción iniciada es la rehabilitación de la Cámara Schmidt de Tonantzintla para el seguimiento de Near Earth Objects (NEOs). El INAOE ha solicitado ya su registro en la red internacional de seguimiento de estos objetos, IAWN por sus siglas en inglés, en la que se considera también la participación del telescopio de 2m del OAGH para observaciones específicas que requieran una apertura mayor.

3.2.3. Sector salud

Existen en el INAOE varios grupos trabajando en proyectos relacionados con el sector salud, con proyectos como la medición de flujo sanguíneo mediante técnicas no invasivas; el uso de espectroscopía infrarroja para observar el cerebro *in-vivo in-situ*; el desarrollo de láseres de fibra óptica para aplicaciones bio-fotónicas, relacionado con la Cátedra CONACYT 2728, por parte de la Coordinación de Óptica, la cual también organiza eventos como el Congreso de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud. La Coordinación de Ciencias Computacionales también es activa en este tema con líneas centradas en el procesamiento de bio-señales y computación médica aplicadas a sistemas de rehabilitación, como el Gesture Therapy, y reconocimiento de llanto de bebés o predicciones de mutaciones del VIH. E investigadores de la Coordinación de Electrónica trabajan en el desarrollo de sensores MEMS para aplicaciones de fisiología y biomedicina. Además del trabajo de las áreas sustantivas, el LVC implementó un sistema de gestión y diagnóstico hospitalario, mientras que CeIN desarrolló un sistema neuroestimulador que ha registrado una tasa de éxito de 90% en pruebas clínicas conducidas en hospitales de la Ciudad de México.

Si bien estos desarrollos se enmarcan en el mismo sector, queda abierta la cuestión de las posibilidades de compenetración entre los distintos grupos. Es importante favorecer la comunicación entre estos grupos, en aras de explorar las posibilidades de trabajo conjunto, o plantear un programa de formación de recursos humanos.

3.3. Ampliación de capacidades tecnológicas

3.3.1. El Anexo Tecnológico del INAOE

Mencionado arriba, el Anexo Tecnológico del INAOE es un terreno de dos hectáreas propiedad del instituto situado a menos de un kilómetro del campus de Tonantzintla. Este terreno fue adquirido hace varios años con la intención de instalar la fase 2 del LNN, la cual no pudo ser financiada, quedando el proyecto en obra negra. Con el apoyo de CONACYT se aprovechó la obra negra para la construcción del Laboratorio de Prototipos 3D y el Centro de Datos, quedando disponible todavía el 20% de la

construcción inicial de una planta. Los cimientos son capaces de aguantar una estructura de cinco a seis pisos, por lo que el potencial de expansión para el INAOE es considerable. Dentro del mismo terreno se llevan a cabo proyectos del LVC y se planea instalar el Centro de Soluciones Tecnológicas, así como una versión mejorada del LaBEC. Estos movimientos, junto con el posible acondicionamiento de espacios para estudiantes, permitirán liberar espacios en el campus principal del INAOE.

3.3.2. LiMEMS, microelectrónica y el Laboratorio de Nanotecnología

El LiMEMS ha permitido la formación de recursos humanos de alto nivel y ha comenzado a vincularse en proyectos de las áreas de Astrofísica (instrumentación para el GTM) y de Óptica (máscaras de contraste de fase) del instituto, además de proveer servicios a instituciones académicas de México, Estados Unidos y Cataluña. Queda pendiente su vinculación en proyectos del sector automotriz, representando el ECATI de este sector una oportunidad inmediata. Una acción pendiente es la definición del alcance del LiMEMS dentro de un planteamiento de terminación del mismo, en tiempo y presupuesto definido, como se hizo con el GTM. Este Plan de Terminación del LiMEMS debe considerar un esquema de operación que permita su vinculación con los ECATIs.

El Laboratorio de micro-electrónica del INAOE ha colaborado exitosamente con la coordinación de Óptica en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos, acción que ha sido apoyada por esta Dirección General, y lo será de darse la ratificación de mi gestión. Estos desarrollos se enmarcan claramente en el ECATI de energía-no hidrocarburos.

3.3.3. El Centro de Soluciones Tecnológicas

El Centro de Soluciones Tecnológicas pretende resolver limitaciones actuales del CeIN para ampliar la oferta de proyectos de desarrollo tecnológico, con mayor eficiencia y mayores capacidades. El CST contará con áreas de integración electrónica, sistemas embebidos, diseño mecánico y software. La experiencia del grupo de CeIN en proyectos de la SEMAR garantiza el impacto que tendrá este laboratorio. La DG del INAOE ha buscado fondos por parte del INAOE, tanto en carteras de inversión como a través de un PRODECYT, sin éxito. Dentro de este plan la construcción y puesta en marcha del CST se mantiene como una clara prioridad.

3.3.4. Laboratorios Nacionales y Redes Temáticas

El INAOE es partícipe de varios Laboratorios Nacionales reconocidos como tales por la Dirección Adjunta de Laboratorios Nacionales y Redes Temáticas de CONACYT. Somos parte de los siguientes LN:

- Laboratorio Nacional HAWC de rayos gamma: este LN es encabezado por la UNAM, en coordinación con el INAOE que, al estar a cargo del acceso, la operación y mantenimiento del sitio de HAWC, proporciona los recursos concurrentes en especie. Paradójicamente este LN no se sitúa en la institución responsable, sino en un parque nacional a través del permiso otorgado a la institución concurrente.
 - Laboratorio Nacional de Astrofísica, San Pedro Mártir, B.C.: liderado por el Instituto de Astronomía de la UNAM, el INAOE aporta conjuntamente con la Universidad de Arizona el sistema del espejo primario, valuado en veinte millones de dólares.
 - Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México, encabezado por la BUAP, con el INAOE como principal socio, en colaboración con la Universidad de las Américas.
 - Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión, colaboración del CIO con el INAOE.
- Si bien el INAOE es el colaborador principal en estos cuatro laboratorios, no encabezamos ningún LN. Paradójicamente el GTM no está en el padrón de LN del CONACYT, al no contarse con fondos concurrentes de otra institución del país.

Dentro de las acciones dentro de la presente administración está el buscar el registro como LN del GTM, paso previo a la creación del ON-GTM. Adicionalmente, el Anexo Tecnológico permite contemplar la edificación de un LN en el INAOE, siendo las propuestas del LN de Bio-fotónica y de Robótica la dos posibilidades más tangibles.

3.3.5. Óptica astronómica

La creciente experiencia del INAOE en el desarrollo de instrumentos astronómicos para telescopios en los principales observatorios del mundo ha permitido contemplar este campo, inherente a la naturaleza del INAOE, como una área de oportunidad. El INAOE desarrolló el instrumento FRODOSpec, instalado en el telescopio robótico de la Universidad de Liverpool y en operación desde hace varios años. El éxito del INAOE en su participación en el desarrollo de FRODOSpec, y posteriormente de la cámara PAO, condujeron al proyecto MEGARA, de alcances más ambiciosos. El INAOE colabora en este desarrollo con la Universidad Complutense de Madrid, líder del proyecto MEGARA, el CIO y el CIDESI. El desarrollo del proyecto MEGARA ha dado pie a una renovación muy importante del Taller de Óptica del instituto.

Existe el interés, y un acercamiento del grupo promotor del espectrógrafo multifibras WEAVE, colaboración de catorce instituciones europeas lideradas por la Universidad de Oxford, que se acercaron al INAOE buscando su integración al consorcio como socio científico y tecnológico. Los términos de la participación del INAOE en WEAVE están aún por ser negociados.

3.4. Vinculación y difusión

Este plan pretende continuar las acciones de vinculación y de difusión mencionados en las secciones 2.4 y 2.5. Muchas de los programas de difusión científica aprovechan redes de colaboración establecidas por la DDC del INAOE, las cuales seguirán siendo aprovechadas.

Un punto importante de las labores de vinculación es la captación de recursos para el instituto. A la fecha no se contabiliza la sobrecarga de trabajo y en recursos institucionales, u “overhead”, que estos proyectos ocasionan al instituto, acción que debería ser implementada para un mejor aprovechamiento de estos recursos por parte del instituto. Adicionalmente, el reglamento de recursos propios no ha sido alineado con los lineamientos para el otorgamiento de estímulos al personal académico. En un segundo periodo se crearía la Oficina de Vinculación y Desarrollo con el fin de revisar estos procedimientos y buscar potenciar los alcances del fideicomiso del INAOE. De esta manera el INAOE podría apoyar proyectos mediante convocatorias internas. En este momento trabajamos con el CIO y el CICESE en una convocatoria conjunta para proyectos académicos en colaboración entre estos CPIs.

3.5. La comunidad INAOE

Es un tema redundante en instituciones como el INAOE la comunicación entre la DG y la comunidad, en particular la comunidad académica. Durante mi gestión se ha logrado que el CTCI sesione con una frecuencia mensual, buscando que los temas discutidos en las sesiones de consejo sean transmitidas a las academias respectivas a través de los coordinadores y al Colegio del Personal Académico a través de sus representantes en el CPI. Estos mecanismos han tenido éxito parcial, siendo más eficiente el primer canal (coordinadores) que el segundo (representantes del CPA). Una acción concreta que ha ayudado a mejorar la comunicación de la DG con los grupos académicos ha sido la presencia del Director en reuniones de academia, en particular en Óptica y, con menor frecuencia, en Ciencias Computacionales. Un compromiso dentro de un segundo periodo de gestión es el procurar un mayor acercamiento con el personal académico.

Un tema que está siendo abordado a nivel de la Dirección Adjunta de Centros de Investigación del CONACYT es el de una jubilación atractiva que permita la renovación de la planta académica de los CPIs. El INAOE seguirá buscando opciones al respecto, en coordinación con la DACI - CONACYT.

Finalmente, en el último año y medio de mi gestión se estructuró un programa de gestión ambiental, mediante el cuál se ha hecho por primera vez un diagnóstico del uso de recursos por parte del instituto, aunado a una estrategia para mejorar el desempeño del INAOE en esta línea. Una acción en el corto y mediano plazo será la puesta en operación del ProGAM-INAOE.

Tonantzintla, Puebla - 27 de enero de 2016.