

INFORME EJECUTIVO DE AUTOEVALUACIÓN

**INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA,
ÓPTICA Y ELECTRÓNICA**

EJERCICIO ENERO-DICIEMBRE 2014



Monterrey, Nuevo León
14 de mayo de 2015

INFORME EJECUTIVO DE AUTOEVALUACIÓN DEL INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA EJERCICIO ENERO-DICIEMBRE DE 2014

Introducción

El INAOE, como Centro Público de Investigación, se encuentra ante los retos de promover la investigación científica y tecnológica, la formación de recursos humanos y la vinculación con los diferentes sectores de la sociedad, coadyuvando a un impacto en el bienestar social. El proceso de globalización de la economía ha acrecentado las demandas para la investigación y el desarrollo tecnológico considerablemente en nuestro país. La trascendencia del desarrollo científico y tecnológico va más allá de los factores económicos, contribuyendo a elevar la calidad de vida.

La misión del INAOE es contribuir a la generación, avance y difusión del conocimiento para el desarrollo del país y de la humanidad, por medio de la identificación y solución de problemas científicos y tecnológicos y la formación de especialistas en las áreas de astrofísica, óptica, electrónica, ciencias computacionales y campos afines. El INAOE está comprometido con el desarrollo nacional a través de la promoción de valores sociales de solidaridad, creatividad y competitividad. Con este fin, el Instituto ha definido metas concretas dentro de su Plan Estratégico a Mediano Plazo.

Durante los últimos años el INAOE ha mantenido una productividad constante en la investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos. Durante el 2014, los investigadores del Instituto publicaron 249 artículos en revistas científicas arbitradas, 197 de los cuales son indizados en el *Journal Citation Reports* (JCR). Además de éstos, se publicaron 185 artículos en extenso en memorias arbitradas de congresos.

Como se manifiesta en el presente informe, la superación de las metas de publicación, la participación en congresos y conferencias, la incorporación de investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y el número de graduados, constituyen los principales elementos para que las metas planteadas en el Plan de Trabajo Anual 2014 se hayan cumplido exitosamente, coadyuvando a cumplir con los indicadores del Plan Estratégico de Mediano Plazo (PEMP).

A pesar de haber logrado sólo ocho proyectos de Investigación Científica Básica en las dos convocatorias del 2014, el número total de proyectos en el Instituto fue de 142, de los cuales 82 fueron apoyados por CONACyT, y 42 son de carácter interinstitucional.

Mediante los diversos programas de apoyo del CONACYT, se mantuvo el funcionamiento de las áreas sustantivas del INAOE, gracias a la incorporación de expertos en distintos campos. La elevación del nivel académico, la firma de convenios, tanto con empresas de prestigio internacional como con organismos nacionales diversos, y el mantenimiento de la infraestructura existente, han sido el sello del Instituto durante éste y los últimos períodos de evaluación.

El Instituto también contribuyó decididamente a la formación de recursos humanos altamente preparados, ya que durante el 2014 se graduaron 58 estudiantes de los programas de maestría y 26 de los de doctorado, para un total de 84. La población atendida a lo largo del año fue de 413 personas, cerrando el año con 316 estudiantes activos (se presentaron 13 bajas).

La formación de recursos humanos no se limitó a los postgrados. Muchos estudiantes externos realizaron Servicio Social, Prácticas y Residencias Profesionales, Estancias de Investigación y tesis de licenciatura, maestría o doctorado en nuestras instalaciones durante el año. El número de personas atendidas al mes de diciembre llegó de 616 alumnos de otras instituciones: 197 prestadores de servicio social, 368 en prácticas profesionales, 47 tesis de licenciatura, 2 tesis de maestría y 2 de doctorado.

A diciembre de 2014, ocho de los diez programas de postgrado del INAOE forman parte del Padrón de Postgrados de Calidad del CONACyT (4 consolidados y 4 en nivel internacional), lo que indica que la calidad de los programas muestra tendencias a la alza. En la evaluación de marzo de 2014 el doctorado en ciencias computacionales fue promovido al nivel internacional, mientras que el doctorado en astrofísica conservó su clasificación como un programa Consolidado. También se evaluó la Maestría en Ciencia y Tecnología del Espacio, programa de reciente creación, pero no se logró su inclusión al PNPC.

Adicionalmente, es importante destacar el apoyo constante que se brinda al desarrollo académico y profesional de alumnos de otras instituciones del Estado de Puebla y del país. Se firmaron convenios con la Secretaría de Educación Pública del Estado de Puebla para capacitar en matemáticas a los profesores de los bachilleratos generales del estado de Puebla y sus municipios, y a profesores de Telesecundaria. De enero a diciembre de 2014 han participado 682 profesores de bachillerato en cursos de Álgebra, Geometría Plana y Trigonometría, Geometría Analítica, Cálculo Diferencial e Introducción a la Probabilidad y Estadística. Estos cursos fueron impartidos en varias sedes en el Estado de Puebla, entre otras: Huauchinango, Tehuacán, Chiantla de Tapia, Zacapoaxtla, Zacatlán, Izúcar de Matamoros, Teziutlán, Tlatlauqui, San Martín Texmelucan y Atlixco.

Adicionalmente, el Instituto continuó con actividades de divulgación y difusión científica dirigidas al público en general, que se pueden resumir en tres rubros: difusión en medios de comunicación e información local, nacional e internacional; programa de visitas guiadas al INAOE; y eventos de divulgación fuera de la institución.

En materia de vinculación productiva y social, las metas propuestas se han alcanzado exitosamente con proyectos con la Secretaría de Marina, la Comisión Federal de Electricidad y PEMEX, entre otros. Es de destacar la labor que se ha hecho con la Secretaría de la Marina Armada de México a través de los fondos sectoriales. El INAOE ha contribuido sustancialmente en la sustitución de importaciones, generando mayor libertad técnica y económica, y ha colaborado en un reforzamiento significativo de la seguridad de las costas nacionales. Durante este periodo de evaluación se puede concluir que la relación con la Secretaría de Marina sigue en aumento. Con respecto a CFE los ingresos se mantienen al mismo nivel con un par de fluctuaciones que son sólo temporales. El laboratorio de colorimetría se mantiene constante en su desempeño. Finalmente se siguen atrayendo otras instituciones como CICESE para la prestación de servicios.

Finalmente, a través del Centro Regional para la Enseñanza en Ciencia y Tecnología del Espacio para América Latina y el Caribe (CRECTEALC), se contribuyó a la formación de recursos humanos, generación de conocimiento y desarrollo tecnológico. El CRECTEALC es un centro afiliado a la ONU, con sede compartida entre Brasil y México; el INAOE es la sede del Campus México. La finalidad de este Centro es difundir la ciencia y la tecnología del espacio en todos los países de la región. Se han

impartido cursos y se ha comenzado a desarrollar investigación aplicada que en el futuro cercano tendrá repercusiones científicas, económicas y sociales.

Planta Académica:

La planta académica del Instituto se vio afectada por dos fallecimientos este año; el Dr. Octavio Cardona de la Coordinación de Astrofísica y el Dr. Miguel Ángel Gutiérrez de Anda de la Coordinación de Electrónica. En Astrofísica, sin embargo, se contrató a un joven investigador, por lo que la plantilla quedó en igual número que al cierre del 2013. Globalmente, ésta se conforma por 124 Investigadores, de los cuales más del 90% pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores; la distribución por áreas y niveles se presenta en la Tabla 1.

Área	Candidato			Nivel 1			Nivel 2			Nivel 3			Totales		
	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14
Astrofísica	3	2	1	13	13	14	10	11	10	6	6	6	32	32	31
Óptica	0	0	0	15	15	16	8	8	7	7	7	7	30	30	30
Electrónica	1	0	0	24	25	24	4	6	6	1	1	1	30	32	31
CS. Comp.	2	2	2	11	10	10	2	6	8	1	1	1	16	19	21
Total	6	4	3	63	63	64	24	31	31	15	15	15	108	113	113

Tabla 1. Pertenencia al SNI por nivel y por Coordinación

De esta tabla observamos que 113 de los 124 investigadores pertenecen al Sistema (91.13%), y que de éstos, 46 están en niveles 2 y 3 (37.10%).

El Instituto participó en la convocatoria de “Cátedras CONACyT para Jóvenes Investigadores”, presentando 25 proyectos y logrando la aprobación de 4 (otros 4 fueron aprobados, pero sin apoyo económico). Estos cuatro proyectos representan seis investigadores que se unieron a la planta académica del Instituto durante el segundo semestre de este año, aunque formalmente están adscritos al CONACyT.

En el mes de marzo se reunió la Comisión Dictaminadora Externa del Instituto para evaluar la trayectoria de los investigadores a los que se les vencía el contrato, así como los de aquellos que buscaban la promoción. Los detalles de esta evaluación se muestran en la Tabla 2.

	Ratificación	Promoción	No Promoción	Total
Astrofísica	4	3	0	7
Óptica	3	0	2	5
Electrónica	1	4	2	7
Ciencias Computacionales	3	8	0	11
Total	11	15	4	30

Tabla 2. Resultados de la evaluación de la Comisión Dictaminadora Externa.

Considerando estos resultados, la Tabla 3 muestra la distribución de la planta académica del Instituto por Coordinación y por categoría. Es importante notar que casi

el 96% de la planta está conformado por Investigadores Titulares, y que cerca del 65% están en las categorías más altas (B, C y D).

Área	Asociado C			Titular A			Titular B			Titular C			Titular D			Total		
	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	13	13	14	12	13	14
Astrofísica	3	2	2	13	12	13	9	10	8	7	8	8	3	3	4	35	35	35
Óptica	1	1	1	10	9	8	11	10	10	13	14	14	1	1	1	35	35	34
Electrónica	4	1	1	12	15	11	14	14	16	4	4	5	1	1	1	35	35	34
Cs. Comp.	4	4	1	5	6	7	8	8	7	3	3	6	0	0	0	21	21	21
Total	12	8	7	40	42	39	42	42	41	27	29	33	5	5	6	126	126	124

Tabla 3. Conformación de la planta académica por categorías.

Producción Académica:

Durante el 2014 se logró la publicación de un número importante de trabajos en revistas científicas arbitradas (249), la mayoría indizadas en JCR (197), además de contar con un número importante de publicaciones aceptadas. También se publicaron 185 trabajos en memorias en extenso de congresos internacionales de prestigio. Las publicaciones generadas por los investigadores del Instituto durante el presente año se muestran en la Tabla 4.

Año	Astrofísica			Óptica			Electrónica			Ciencias Computacionales			Total		
	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14
Artículos Arbitrados Publicados	45	53	74	36	58	56	75	77	89	36	32	30	192	220	249
Artículos Indizados Publicados			72			46			52			27			197
Artículos Arbitrados Aceptados	8	13	14	15	9	7	18	20	14	18	12	16	59	54	51
Artículos Indizados Aceptados			14			5			10			15			44
Memorias Internacional	44	23	26	74	41	50	57	48	44	38	65	48	213	177	168
Memorias Nacional	9	1	5	9	10	3	13	13	2	7	0	7	38	24	17

Tabla 4. Artículos publicados por tipo y por Coordinación.

La meta propuesta en el Plan Estratégico de Mediano Plazo para el 2014 fue de 167 artículos arbitrados. Si sólo consideramos los artículos indizados, el número es de 197 publicados y 44 aceptados, para un total de 241, lo que nos permite afirmar que la meta se rebasó ampliamente. Por otro lado, si se consideran los artículos publicados y

aceptados en revistas internacionales con arbitraje estricto, la cantidad durante el presente ejercicio fue de 300 (249+51), considerablemente por encima de la meta pactada para el ejercicio 2014.

Algunos otros resultados de la labor científica se muestran en la Tabla 5, mismos que complementan las actividades relacionadas con la investigación y la formación de recursos humanos.

Área	Astrofísica			Óptica			Electrónica			Cs. Comput.			Total		
	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14
Libros especializados como co-autor	0	0	3	0	1	0	4	2	0	3	0	0	7	3	3
Capítulos de libro como autor	0	2	6	1	1	0	9	0	0	0	1	0	10	4	6
Capítulos de libro como co-autor	2	1	1	2	1	0	4	7	4	4	2	5	12	11	10
Edición de memorias de congresos	1	2	1	0	0	0	0	0	2	1	4	2	4	8	5
Artículos de divulgación	30	30	35	0	0	0	1	1	1	0	0	0	31	31	36
Conferencias invitadas	21	60	10	10	5	3	5	8	3	11	19	0	47	92	16

Tabla 5. Otros productos académicos

Con fundamento en lo anterior, este documento presenta los principales aspectos marcados en los Términos de Referencia para el Informe del Titular del Centro. Se presenta la tabla de los indicadores del Anexo III del CAR, y concluye con un breve resumen de las actividades desarrolladas, logros y avances, durante el 2014.

Las actividades del INAOE se han orientado con base en el Plan Estratégico de Mediano Plazo (PEMP), que se deriva del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI), y por lo tanto contribuyen a darle cumplimiento a la Meta Nacional III del Plan Nacional de Desarrollo, "México con Educación de Calidad", específicamente a la Meta 3.5, que es la que cae en el ámbito de nuestra competencia. Ésta busca "Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible".

La actividad del INAOE, como un Centro Público de Investigación, tiene injerencia directa en los objetivos del PECiTI, y por ende, en los del PND, ya que esta actividad se focaliza en:

- 3.5.1. Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance el 1% del PIB
- 3.5.2. Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel
- 3.5.3. Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades de CTI locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.
- 3.5.4. Contribuir a la generación, transferencia y aprovechamiento del conocimiento vinculando a las IES y los centros de investigación con los sectores público, social y privado
- 3.5.5. Fortalecer la infraestructura científica y tecnológica del país.

1. Desarrollo y/o avance en proyectos de investigación científica, social, humanística y/o desarrollo tecnológico.

A pesar de que este año sólo le fueron aprobados ocho proyectos de Investigación Científica Básica al INAOE, el Instituto continuó con el desarrollo de un total de 142 proyectos en distintas vertientes y convocatorias, de los cuales 82 fueron apoyados por el CONACyT. En la Tabla 6 se desglosa el número de proyectos por área y por tipo de convocatoria/aplicación, mientras que en la Tabla 7 se menciona la fuente de financiamiento y el monto. Es importante aclarar, sin embargo, que estos montos se refieren al monto total de cada proyecto, que en su mayoría son multianuales.

	SEP			Marina			CFE			Otros			IMP Y SENER			Admin.			Ext.			Inter-Ints.			TOTALES		
	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14
Astrofísica	17	20	24	0	0	0	0	0	0	5	6	10	0	0	0	9	15	0	2	4	3	32	8	35	65	53	72
Óptica	9	8	8	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	14	3	1	1	1	1	1	1	1	18	24	13
Electrónica	15	14	14	0	0	0	0	0	0	4	4	4	1	1	0	6	6	0	2	2	3	8	4	5	36	31	26
C.Comp	9	9	11	10	8	6	2	2	2	1	4	1	1	1	2	7	25	4	4	4	4	6	4	1	40	57	31
Totales	50	51	57	10	8	6	2	2	2	12	14	15	2	2	2	27	60	7	9	11	11	47	17	42	159	165	142

Tabla 6. Proyectos 2014.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO	TOTAL INGRESOS ACUMULADOS DE ENERO -DICIEMBRE- 2012	TOTAL INGRESOS ACUMULADOS DE ENERO - DICIEMBRE-2013	TOTAL INGRESOS ACUMULADOS DE ENERO - DICIEMBRE-2014
FONDO INSTITUCIONAL DEL CONACYT (FOINS)	33,917,141.64	35,792,761.00	27,232,365.39
FONDOS SECTORIAL DE INVESTIGACIÓN PARA LA EDUCACIÓN	15,602,786.00	6,578,057.75	5,867,143.00
FONDO SECTORIAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN CIENCIAS NAVALES	39,595,224.12	35,183,269.38	25,474,051.43
FONDO SECTORIAL PARA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ENERGÍA	16,172,818.10	5,681,673.65	3,507,709.84
FONDO SECTORIAL DE INVESTIGACION DE RELACIONES EXTERIORES	-	961,200.00	-
FONDOS MIXTOS EN ADMON.	11,290,005.01	20,990,562.77	33,069,026.70
TOTAL	116,577,974.87	105,187,524.55	95,150,296.36

Tabla 7. Fuente de financiamiento y monto de los proyectos vigentes.

Algunos proyectos relevantes

- El Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano ya está en operación científica bajo riesgo compartido. El proyecto ha alcanzado un hito importante con el llamado de proyectos de ciencia temprana, con una

participación excepcional de investigadores del INAOE, de la comunidad científica nacional, así como de la internacional.

- El Gran Telescopio Canarias (GTC) sigue su funcionamiento con dos instrumentos operativos pero con modos aún sin probar. MEGARA, instrumento de segunda generación está en la etapa de Diseño Crítico.
- El HAWC, High-Altitude Water Cherenkov, continúa siendo ensamblado, y ha llegado a la meta de HAWC-300 este año, con la toma de datos de calidad científica. Será inaugurado en marzo de 2015.
- SIGNOS, Sistema de Gestión y Diagnóstico Hospitalario, que comprende el desarrollo de un sistema de información médica para llevar el control de las principales actividades que se realizan dentro del Hospital Naval de Lázaro Cárdenas, de la Marina Armada de México.
- "Espectroscopía infrarroja funcional; observando el cerebro in-vivo-situ".
- "Implementación de sensores en tecnología MEMs y MOSFET para aplicaciones de Fisiología y Biomedicina", Aprobado en marzo 2012 por la Subsecretaría de Educación, Programa de Mejoramiento del Posgrado (PROMEP). Instituciones participantes: INAOE, Universidad Veracruzana, Universidad de Guanajuato, y Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- "Celdas solares fotovoltaicas basadas en películas $\text{Ge}(x)\text{Si}(1-x)\text{:H}$ depositadas por plasma sobre sustratos de plástico".
- "Aumento de las capacidades de infraestructura del LIMEMS-INAOE para la fabricación de MEMS de alto rendimiento".
- "Physics of carrier transport, trapping and de-trapping in conventional and high-K metal gate devices in bulk and SOI semiconductor technologies including the effect of magnetic fields on small devices having various length and width, and investigate practical applications for TeraHertz".

2. Formación de capital humano.

La formación de recursos humanos es una de las funciones principales del Instituto, y podemos afirmar que a lo largo del tiempo, hemos mejorado substancialmente los procesos de enseñanza y transmisión del conocimiento, a través de cursos, seminarios y participación activa en proyectos de investigación. Esta tradición data de 1972 para la Maestría en Óptica, y de 1998 para los programas de Ciencias Computacionales, de los cuales el doctorado ya alcanzó la categoría de Competencia a Nivel Internacional. El seguimiento de egresados, que se ha llevado desde hace más de veinte años, nos indica que una gran proporción (>90%) de nuestros graduados trabajan en un área afín a la de su formación académica, siendo muchos de ellos investigadores de prestigio y con reconocimiento en el Sistema Nacional de Investigadores. En los siguientes apartados se destacan las principales características de los programas.

2.1 Evaluación en el PNPC:

Los programas de maestría y doctorado en Ciencias Computacionales, a pesar de estar en plena vigencia, se sometieron a evaluación en el marco del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACyT, solicitando su cambio de categoría a "Competente a Nivel Internacional". El resultado de la evaluación fue favorable para el programa de doctorado, siendo éste el cuarto programa del Instituto que alcanza el máximo nivel en el PNPC.

En la misma evaluación fueron analizados los programas de Doctorado en Astrofísica y uno de los de nueva creación, la Maestría en Ciencias en la Especialidad en Ciencia y Tecnología del Espacio. El primero conservó su registro como programa Consolidado, mientras que el segundo no cumplió —a criterio del comité evaluador— con todos los requisitos para ingresar al Padrón Nacional de Posgrado (PNP) como un programa de reciente creación.

En la Tabla 8 se muestran los programas de posgrado del INAOE, su nivel y su vigencia.

Programa	Nivel PNPC	Vigencia
Maestría en Astrofísica	Competencia Internacional	Diciembre 2014
Doctorado en Astrofísica	Consolidado	Junio 2019
Maestría en Óptica	Competencia Internacional	Junio 2016
Doctorado en Óptica	Consolidado	Mayo 2018
Maestría en Electrónica	Competencia Internacional	Mayo 2018
Doctorado en Electrónica	Consolidado	Diciembre 2014
Maestría en C. Comp.	Consolidado	Junio 2019
Doctorado en C. Comp.	Competencia Internacional	Junio 2019
Maestría en C y T del Espacio	En trámite de registro	
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas	Sin necesidad de registro	

Tabla 8. Programas de posgrado del Instituto, nivel y vigencia en el PNPC.

2.2 Tiempos de Graduación y Eficiencia Terminal:

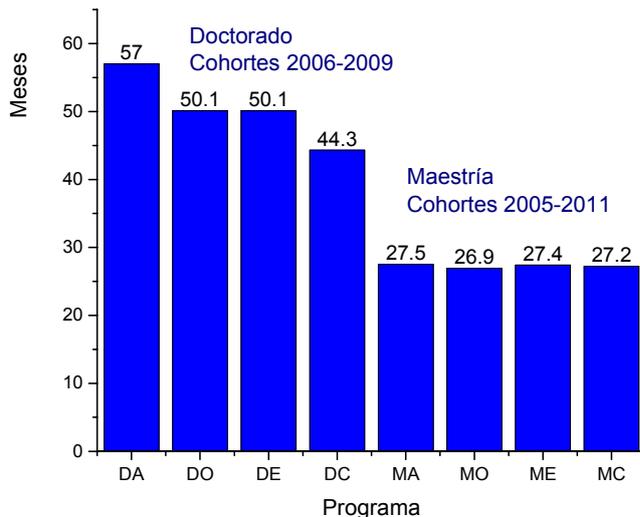
Debido a políticas institucionales puestas en marcha ya hace varios años, los criterios de selección, permanencia y egreso para los distintos programas de posgrado se han reforzado, siendo cada vez más estrictos. Además de haber logrado mejorar la calidad de los trabajos de tesis globalmente (lo que se demuestra con las publicaciones de los alumnos y su fuente de ocupación una vez egresados), los tiempos de obtención del grado se han reducido substancialmente, estando ahora por debajo de los 30 meses para maestría, y en tres de los cuatro programas doctorales, por debajo de los 54 meses máximos indicados en los criterios de calidad del PNPC. El único programa que presenta un tiempo promedio superior a esta cota es el Doctorado en Astrofísica, con 57 meses. A pesar de que este número es equiparable o mejor al de muchos programas doctorales en el campo a nivel mundial, se siguen haciendo los esfuerzos conducentes a reducirlo a 54 meses o menor, para cumplir con el indicador del PNPC. Los tiempos promedio para la obtención del grado en cada uno de los programas se muestra en la Gráfica 1. Para éstos, se consideraron los cohortes generacionales 2005 a 2011 para las maestrías, y los de 2006 a 2009 de los doctorados.

Los tiempos máximos para la obtención del grado (30 meses para maestría y 54 para doctorado), se conjuntan para calcular el indicador de eficiencia terminal de los programas, por cohorte generacional, de acuerdo con:

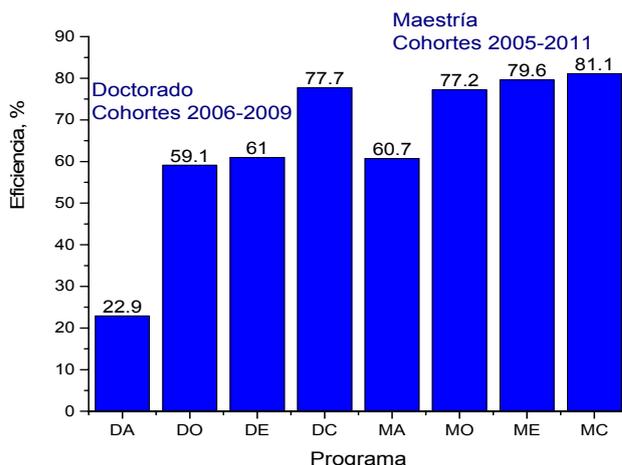
$$eficiencia = \frac{\text{número de graduados en tiempo}}{\text{número de alumnos admitidos}} \times 100$$

La Gráfica 2 muestra este valor para los programas en referencia. Es evidente que, salvo el Doctorado en Astrofísica, los valores de eficiencia terminal están sobre el 50% requerido para ser un programa “Consolidado”, y que en varios casos este número

es superior al 70% indicado para los programas de “Competencia a Nivel Internacional”. El valor del indicador para el Doctorado en Astrofísica se explica por estar atado a los tiempos de graduación, que como se ha mencionado, son ligeramente superiores a la cota máxima impuesta por el PNPC. Si no se consideran los tiempos de obtención del grado, sin embargo, la eficiencia terminal para este programa puede llegar a poco menos del 80%, representando un valor elevado para el campo de estudios.



Gráfica 1. Tiempo promedio para la obtención del grado en los programas del Instituto en el PNPC.



Gráfica 2. Eficiencia terminal por cohorte generacional para los programas del Instituto en el PNPC.

2.3 Alumnos Graduados:

Durante el presente ejercicio, 84 alumnos obtuvieron el grado de alguno de los programas del Instituto, siendo éstos 58 de Maestría en Ciencias y 26 de los programas de Doctorado en Ciencias. La Tabla 9 muestra la distribución por nivel y área de conocimiento.

PROGRAMA	MATRICULA									GRADUADOS								
	MAESTRÍA			DOCTORADO			TOTALES			MAESTRÍA			DOCTORADO			TOTALES		
	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14
Astrofísica	28	27	23	32	41	38	60	68	61	10	9	4	2	5	1	12	14	5
Óptica	30	36	41	79	64	52	109	100	93	14	5	8	16	11	10	30	16	18
Electrónica	100	92	87	71	70	79	171	162	166	31	24	30	7	9	10	38	33	40
CS. Comp.	59	56	54	30	30	34	89	86	88	14	12	16	2	5	5	16	17	21
Total	217	211	205	212	205	203	429	416	413	69	50	58	27	30	26	96	80	84

Tabla 9. Graduados en 2012-2014.

En este período se presentaron trece bajas; siete correspondientes a los programas de maestría y seis a los de doctorado. Considerando éstas, y los alumnos graduados, la población estudiantil a finales de diciembre estuvo compuesta por 145 alumnos en los programas de maestría y 171 en los de doctorado, para un total de 316 estudiantes activos.

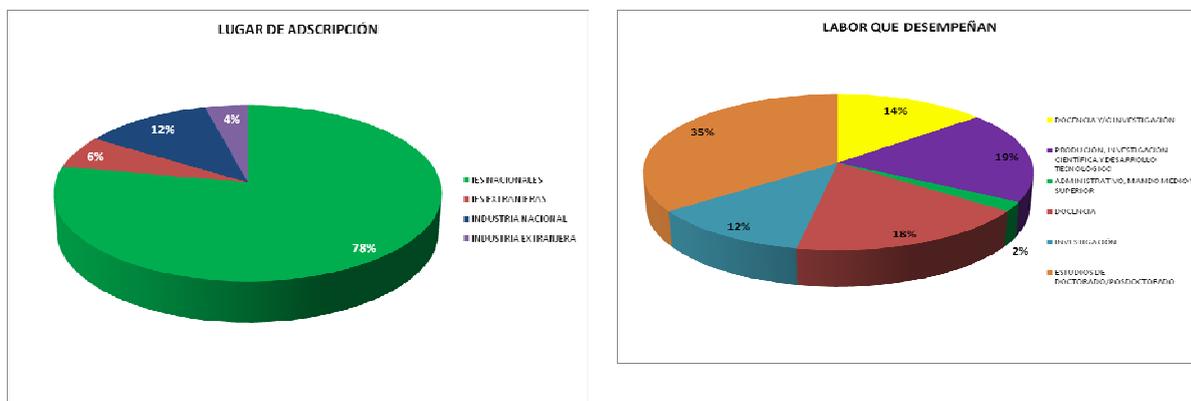
2.4 Cursos impartidos:

La Tabla 10 muestra el número y distribución de cursos impartidos durante el período. Aclaramos que el número de cursos en los programas de Electrónica es considerablemente mayor al de las otras áreas porque, por un lado, estos programas son los que tradicionalmente tienen un mayor número de alumnos, y por el otro, el Doctorado en Electrónica requiere que los alumnos cursen al menos cuatro materias al inicio de sus estudios. En la tabla también se indica que se dieron 29 cursos del idioma inglés, que comprenden desde el nivel básico hasta la redacción de artículos científicos y preparación para el TOEFL, así como cuatro cursos de español, cubriendo ortografía, gramática y redacción.

ÁREA	ENERO-MAYO			VERANO			PROPEDÉUTICOS			SEPTIEMBRE-DICIEMBRE			TOTALES		
	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12	13	14
Astrofísica	4	6	4	1	1	1	3	3	4	9	6	8	17	16	17
Óptica	13	10	15	7	5	10	3	2	3	5	4	4	28	21	32
Electrónica	32	33	35	35	19	25	3	3	3	24	24	14	94	79	77
Cs. Comp.	16	15	11	10	11	6	3	3	0	5	7	8	34	36	25
C. y T del Espacio	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	0	0	7
Idiomas	12	11	12	7	7	6	0	0	0	13	13	11	32	31	29
TOTAL	77	75	77	60	43	48	12	11	13	56	54	49	205	183	187

Tabla 10. Cursos impartidos durante 2012-2014.

Finalmente, en la Gráfica 3 se presentan los cuadros relacionados con el seguimiento de nuestros egresados, notando que más del 90% de ellos laboran en un campo y con actividades relacionadas a su formación académica.



Gráfica 3. Actividades de los egresados de los programas de postgrado.

3. Actividades de vinculación.

3.1 Vinculación con el sector productivo

Desde hace ya algún tiempo, como parte de su plan de desarrollo, el instituto le dio mayor énfasis a las actividades tecnológicas de sus investigadores y tecnólogos. En consecuencia, la Dirección de Desarrollo Tecnológico entró en una fase de expansión, en la cual se brindan nuevos servicios a los miembros de la institución, entre ellos el aseguramiento de la propiedad intelectual y la gestión de proyectos. Por otro lado se continúa con la captación de recursos propios a través de los diferentes laboratorios encargados de esta actividad.

Una actividad fundamental para la Dirección de Desarrollo Tecnológico es la puesta en marcha del Anexo Tecnológico vecino a las instalaciones del Instituto en Tonantzintla. Actualmente se tiene ya en funcionamiento una nave, adaptada para llevar a cabo proyectos con la industria nacional, y se está buscando el financiamiento para habilitar completamente el área, para así poder llevar a cabo proyectos más ambiciosos.

En este periodo se logró una facturación de \$79,448,787.91 (Setenta y Nueve millones cuatrocientos cuarenta y ocho mil setecientos ochenta y siete pesos, 91/100 M.N.), distribuidos como como se indica en la Tabla 11. Esta cantidad corresponde a 13 proyectos en ejecución y 13 cursos impartidos.

Cabe mencionar que se incluyen en la tabla los proyectos llevados a cabo a través de CONACyT con la Secretaria de Marina y CFE por ser proyectos relevantes para la Dirección de Desarrollo Tecnológico, mismos que ya han sido reportados en el Apartado 1. También se aclara que los montos de esta tabla se refieren a los proyectos contratados por la Dirección de Desarrollo Tecnológico únicamente (La Tabla 7 presenta el total de todos los proyectos del Instituto).

CLIENTE	2012	2013	2014
SEMAR	37,976,249.12	25,906,478.87	37,844,669.76
C.F.E.	4,924,836.15	6,272,845.00	6,595,095.00
C.F.E. CONACYT	2,033,900.00	5,133,006.50	2,667,294.00
SERVICIOS Y CURSOS	256,045.00	1,862,590.76	2,179,070.94
PEMEX	1,621,486.83	10,297,455.74	24,283,345.34
ITESM		582,998.59	2,279,419.33
IRAFELCO SERV.		782,678.40	
HUF MÉXICO		8,308,000.00	
ESPN - DEA		715,860.00	
CICESE	100,000.00		
FINNOVA	693,706.00		2,999,893.54
COMEX	90,000.00		
OCTAL ASOCEA			
ISE			600,000.00
TOTAL	\$47,696,223.10	59,861,913.86	79,448,787.91

Tabla 11. Cuadro Comparativo de actividades de Desarrollo Tecnológico 2012-2014.

4. Actividades de Innovación.

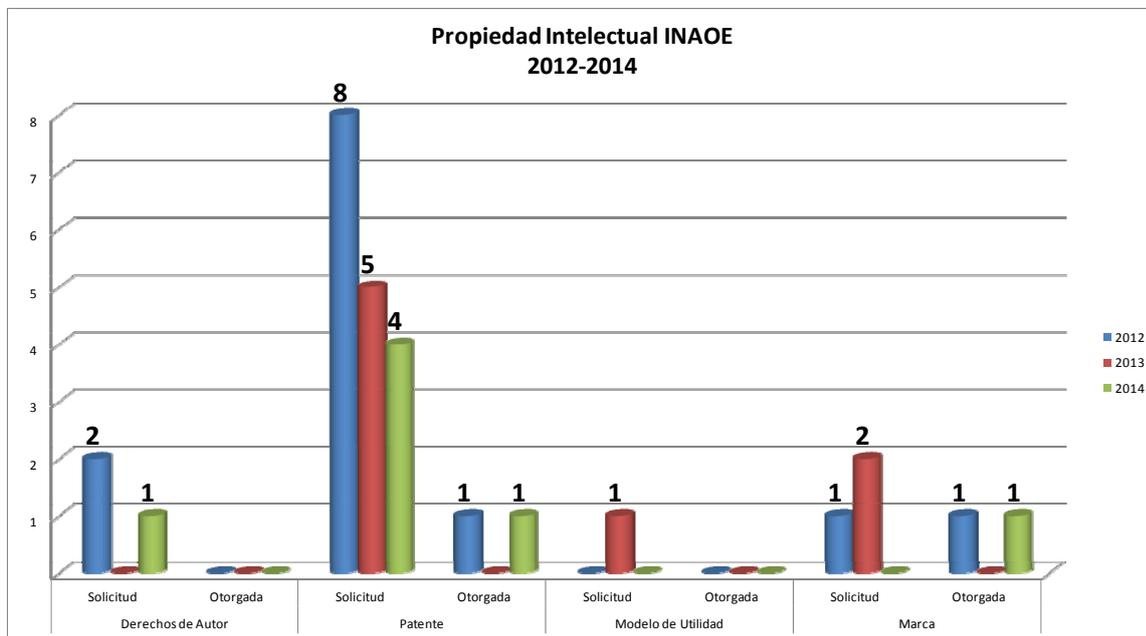
Dentro del presente periodo de evaluación la Oficina de Transferencia de Tecnología y Conocimiento del INAOE, ha continuado su proceso de consolidación a través del apoyo, guía y gestión a la comunidad en los temas de propiedad intelectual que ésta genera dentro de la institución, configurada principalmente por las figuras de protección como son patentes, modelos de utilidad, derechos de autor, marcas, etc.

Así mismo, se ha estrechado la colaboración con el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial IMPI, en particular con la oficina regional, promoviendo al instituto como centro de patentamiento, mediante un convenio en trámite, el cual se encuentra ya en el jurídico de la dependencia, representando una buena perspectiva en cuanto a colaboración, capacitación y consultoría para la comunidad del instituto.

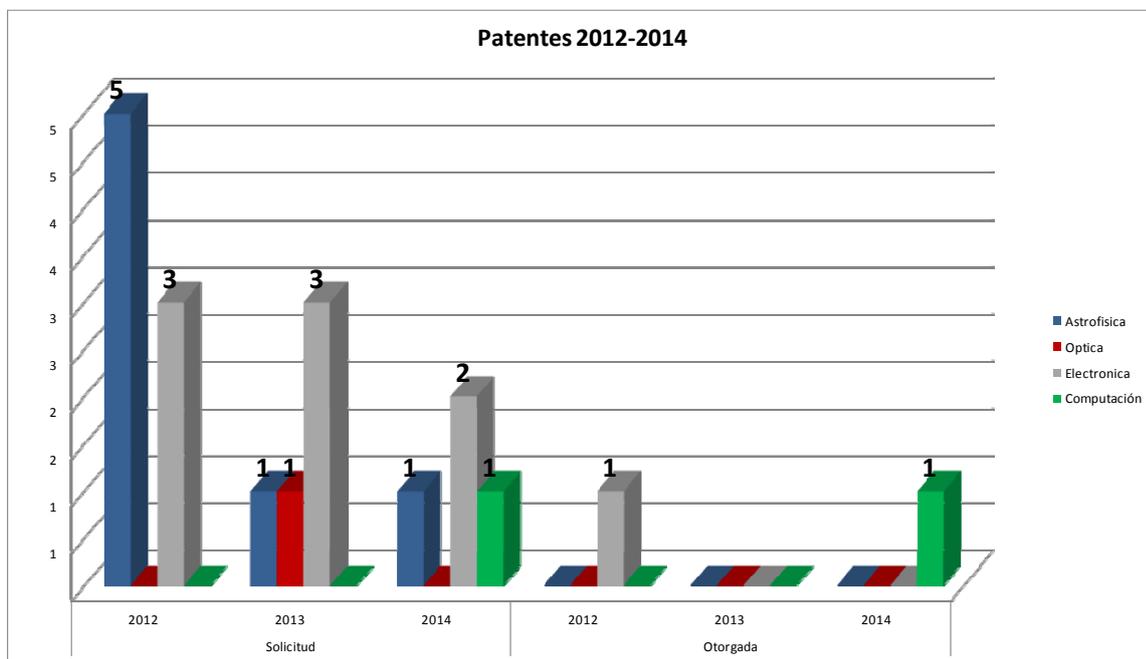
Se ha consolidado una de las actividades principales de la oficina en cuanto a la búsqueda de información relacionada con patentes, a través de la suscripción de la licencia de uso de la herramienta de "Thomson Innovation Patent Search", en su modalidad analista, representando una gran ayuda en la definición y análisis de patentabilidad de las tecnologías generadas por el personal del instituto.

Adicionalmente se fortalecieron los lazos y trabajo en grupo dentro de la red de oficinas de transferencia de tecnología, resultando en la invitación y asistencia a la primera academia de Transferencia y Comercialización de Tecnología, teniendo como resultado una capacitación modular en los distintos aspectos de la innovación. Como parte de los esfuerzos tanto de la red como de los integrantes se pretende que esta tenga un carácter periódico anual y que sea complementaria e integral en la formación del personal de las OT's institucionales.

El balance de la gestión de las siguientes figuras de protección de propiedad intelectual generadas en el INAOE, dentro del período mencionado es el mostrado en las gráficas 4 y 5.



Gráfica 4. Propiedad intelectual generada en 2012-2014.



Gráfica 5. Patentes solicitadas y otorgadas 2012-2014.

5. Actividades de divulgación.

a. Visitas al INAOE

El programa de visitas guiadas al INAOE sigue siendo una de las acciones centrales de divulgación de la ciencia que desarrolla este centro de investigación. Esta labor es especialmente relevante, ya que en ella participan investigadores y técnicos de todas las coordinaciones. Los recorridos para grupos escolares, que se realizan dos veces a la semana, están dirigidos a todos los niveles educativos, desde el kínder hasta la universidad. Asimismo, la temporada de visitas nocturnas en la Cámara Schmidt se realiza de octubre a marzo todos los jueves a las 19:00 horas. En este contexto, en 2014 en el INAOE se atendió a ocho mil 941 personas. Sin embargo, este año regresó al INAOE la exitosa Feria Internacional de Lectura que, en su séptima edición, recibió a unas 21 mil personas durante cuatro días. Sumando ambas cifras, el número total de personas que visitaron el INAOE durante 2014 fue de 29 mil 941, número sustancialmente mayor que el de 2013, año en el cual no se realizó la Feria. Si se contrasta la cifra de visitantes al INAOE en 2014 con el año 2012, cuando se realizó la sexta edición de la citada Feria, el número de personas que visitó el INAOE se incrementó en un 17 por ciento.



La Tabla 5.1 indica el número de visitantes al INAOE de 2010 a 2014, apreciando que este centro de investigación atiende a un mayor número de personas en sus instalaciones cada año. Debido al fuerte trabajo de difusión que se realiza, se espera que la demanda de grupos escolares y público en general siga incrementándose año con año.

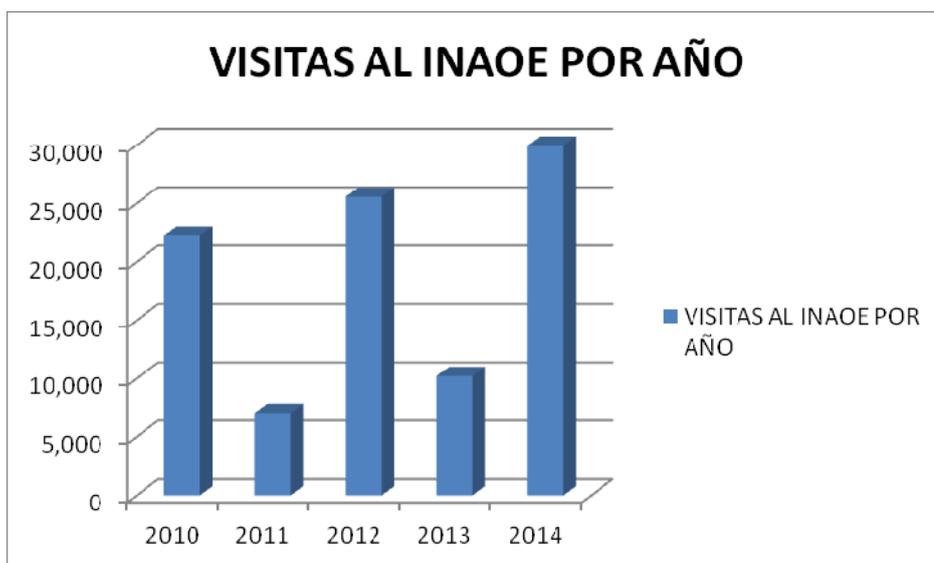


Tabla 5.1 comparativa del número de visitantes en el INAOE de 2010 a 2014.

b. Actividades de divulgación de la ciencia fuera del INAOE

Además de las actividades de divulgación en nuestra sede, el Instituto cuenta con programas permanentes de difusión y comunicación de la ciencia fuera de sus instalaciones. Entre los más destacados están los Baños de Ciencia, que son talleres de ciencia para niños y que este año se extendieron a diversas sedes con gran éxito en los estados de Puebla, Veracruz y Querétaro. Asimismo, el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano desarrolla acciones de divulgación en la región de Ciudad Serdán. Precisamente se apoyó al GTM en el Campamento Mariposas dirigido a niñas adolescentes de la región y de otras comunidades de escasos recursos.

También se organizan talleres infantiles, conferencias de divulgación y veladas astronómicas en diversos espacios. Además, el INAOE organiza y/o coorganiza algunos de los eventos masivos más importantes a nivel nacional en materia de divulgación de la ciencia y de la lectura. En 2014 destacaron la Feria Internacional de Lectura (organizada con el Consejo Puebla de Lectura); Roboteando (con la Academia Mexicana de Ciencias, la BUAP y la UNAM); la Feria de las Matemáticas (con el IUPAC); y la Noche de las Estrellas, organizada con la UNAM, el IPN y otras muchas instituciones. También se continuó con el programa Del Aula al Universo (INAOE-Victorinox-BUAP), que durante este período se llevó a Sonora, Quintana Roo, Oaxaca y Querétaro con excelentes resultados. A continuación se enlistan algunos de los eventos más importantes durante este periodo:

- **Baños de Ciencia en el Consejo Puebla de Lectura.** Se realizaron los días 21 de enero, 22 de febrero, 29 de marzo, 26 de abril, 31 de mayo, 28 de junio, 30 de agosto, 27 de septiembre, 25 de octubre, 22 de noviembre y 6 de diciembre. En total, se atendieron cerca de 400 niños.
- **Baños de Ciencia en Tepetzala.** En esta sede localizada en el municipio de Amozoc, Puebla, se ofrecieron sesiones los días 5 de abril, 7 de junio, 2 de agosto y 4 de octubre, con un total de 100 niños asistentes.



Póster alusivo a los Baños de Ciencia y un niño de Xacxamayo realizando un planetario móvil.

- **Baños de Ciencia en Casa Activa:** Esta sede se encuentra en una colonia popular de la ciudad de Puebla. Se impartieron sesiones el 12 de abril, el 23 de agosto y el 25 de octubre. Asistieron 125 pequeños en total.



Observando el Sol en Atzintzintla. Foto: archivo INAOE.

- **Baños de Ciencia en Córdoba, Veracruz.** A partir de este año se abrió la sede de los Baños de Ciencia en el Museo de Arqueología de Córdoba, Veracruz, con sesiones el 31 de mayo, el 21 de junio, el 19 de julio, el 23 de agosto, el 20 de septiembre y el 25 de octubre y con un total de 295 personas atendidas en esas fechas.
- **Baños de Ciencia en Ayotzinapan.** En esta comunidad de Cuetzalan, Puebla, se ofrecieron los Baños de Ciencia en cuatro fechas: el 12 de abril, el 21 de junio, el 16 de agosto y el 18 de octubre. En total participaron 95 niños.

- **Baños de Ciencia en la Colonia Constitución.** En esta colonia de la ciudad de Puebla hubo cuatro sesiones, el 5 de abril, el 14 de junio, el 9 de agosto y el 11 de octubre, con un total de 55 niños asistentes.
- **Baños de Ciencia en Xacxamayo.** Xacxamayo es una junta auxiliar perteneciente a la capital poblana. Los Baños de Ciencia se llevaron a cabo en Xacxamayo el 7 de junio, el 5 de julio, el 6 de septiembre, el 4 de octubre, el 8 de noviembre y el 6 de diciembre, con 210 niños atendidos.
- **Baños de Ciencia en Querétaro.** Se realizaron en la Biblioteca Infantil de la Universidad Autónoma de Querétaro en las siguientes fechas: 15 y 16 de agosto, 12 y 13 de septiembre; 10 y 11 de octubre, 7 y 8 de noviembre, y 5 y 6 de diciembre. Se atendió a 300 niños aproximadamente. En esta sede también se ofrecieron talleres de ciencia para profesores los días 15 de agosto, 12 de septiembre, 10 de octubre, 7 de noviembre y 5 de diciembre, a los cuales asistieron 100 profesores en total.
- **Baños de Ciencia en la Casa del Caballero Águila de la UDLAP en San Pedro Cholula.** En esta sede se ofrecieron dos conferencias: una el 19 de septiembre y otra el 24 de octubre, y talleres infantiles los días 6 de septiembre, 4 de octubre y 8 de noviembre. A estas actividades asistieron 315 personas.
- **“Del Aula al Universo”.** Este exitoso taller, organizado y patrocinado por el INAOE, la BUAP y la empresa Victorinox, llegó a otras entidades del país como Sonora (donde se ofreció capacitación los días 1 y 5 de abril), Querétaro y Oaxaca. En este último estado se atendieron a 1,228 personas entre alumnos y profesores de nivel medio a lo largo de 23 sesiones de capacitación para la construcción y manejo de telescopios y enseñanza de astronomía observacional. Las fechas en las cuales se realizaron estas capacitaciones fueron las siguientes: 28 de febrero; 7, 10, 11, 12, 24, 25, 26 y 31 de marzo; 1, 2, 3, 4 y 5 de abril, y 1, 2, 3, 21, 22, 23, 28, 29 y 30 de mayo. Durante el segundo semestre, en Oaxaca se construyeron 32 telescopios para 32 clubes de ciencias de diversas secundarias y preparatorias. En Querétaro se fabricaron 30 telescopios para 30 clubes de ciencias de diversas secundarias y preparatorias, y en Puebla 28 telescopios para 28 clubes de ciencias de diversas secundarias y preparatorias. El Programa ha construido cerca de 500 telescopios.

Eventos masivos. En 2014 se realizaron grandes eventos masivos en los que se atendió a 42,950 personas en total. El primero de ellos fue la Séptima Feria Internacional de Lectura (FILEC) que, del 13 al 16 de febrero, recibió la visita de 21 mil personas. Esta Feria ofreció un amplio programa con decenas de talleres, conferencias, presentaciones de libros, conciertos, obras de teatro, una feria del libro con las más importantes editoriales del país, exposiciones y la presencia de la escritora Elena Poniatowska, Premio Cervantes 2014. El segundo evento grande del año fue la Feria de las Matemáticas en Atlixco, Puebla, organizada por el IUPAC, con cuatro mil personas atendidas, y el tercer evento fue Roboteando, que llevó a cabo el 14 de junio en el Parque del Ajedrez del Complejo Universitario de la BUAP, y en el cual se estableció el récord Guinness de la mayor cantidad de robots didácticos movidos por niños con tonos de celular. En este evento coorganizado por la AMEC, el INAOE, la BUAP y la UNAM se atendió a tres mil 500 personas.

Otros eventos masivos en el año fueron: la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología en el INAOE, que se llevó a cabo del 20 al 27 de octubre y a la que asistieron 1500 estudiantes; la Jornada de Puertas Abiertas en el INAOE, el 21 de noviembre, con 700 asistentes; la Noche de las Estrellas en Oaxaca, el 29 de noviembre, con 250 personas atendidas; la Noche de las Estrellas en Ciudad Universitaria de la BUAP en Puebla, también el 29 de noviembre, con alrededor de 10 mil asistentes, y la Semana de Ciencia y Tecnología en el Centro Escolar Morelos en Puebla, con cuatro mil estudiantes atendidos.

Conferencias, veladas y talleres. Durante 2014 el INAOE participó en más de 50 eventos que incluyeron impartición de conferencias, talleres infantiles y veladas astronómicas. En conjunto, en estos eventos se atendió a 7,750 personas. Destaca la asistencia a la velada astronómica en el Barrio de San Antonio, en Puebla. Estas actividades se realizaron en las siguientes fechas: 24 de enero; 20, 21 y 27 de febrero; 11, 18, 19, 21, 24 y 29 de marzo; 8, 24 y 30 de abril, y 2, 7, 9, 13, 14 y 20 de mayo.

Otros eventos destacados son: visitas de Explora (22 de julio); talleres en el Colegio Intercanadiense (15 de octubre); talleres en el CINVESNIÑOS del CINVESTAV en la Ciudad de México (17 y 18 de octubre); velada en Calpulalpan, Tlaxcala (17 de octubre); velada astronómica en Tepeaca, Puebla (24 de octubre); Festival Tejalpa (25 de octubre); velada astronómica en Papalotla, Tlaxcala (7 de noviembre); IX Encuentro Intercultural Infantil (19 de octubre); feria en la Escuela Primaria Héroes de la Naval en la capital del país (19 de noviembre); velada en Tlachichuca, Puebla (5 de diciembre).

Jornadas de ciencia. Se organizaron y/o se participó en cuatro jornadas de ciencia los días 12, 13 y 14 de marzo, durante las cuales se atendió a 390 personas.

Talleres de ciencia:

- **Taller de Ciencia para Jóvenes:** 13 al 19 de julio, con 25 jóvenes participantes.
- **Taller de Ciencia para Profes:** 20 al 26 de julio, con 17 profesores atendidos.

Otros eventos:

- **Veraneando en INAOE,** del 14 al 18 de julio, con 60 niños atendidos.
- **La ciencia en tu escuela,** del 28 al 29 de julio, con 65 profesores atendidos, y del 4 al 5 de agosto, con 50 profesores atendidos.
- **Actividades (talleres y conferencias) con el CONACULTA en la Ciudad de México:** 19 y 26 de julio, y 3 y 10 de agosto, con 690 personas atendidas.
- **“Bicitando” el Universo en Huejotzingo, Puebla,** el 10 de octubre, con 150 personas atendidas.
- **Semana Nacional de Ciencia y Tecnología en el estado de Morelos,** los días 20 y 21 de octubre, con 300 personas atendidas.
- **Semana Nacional de Ciencia y Tecnología en Tabasco,** del 27 al 31 de octubre, con mil 200 personas atendidas.
- **Festival de Soles y Estrellas, organizado por el Programa Alas y Raíces del CONACULTA en la Biblioteca José Vasconcelos en la Ciudad de México,** 13 y 14 de diciembre, con dos mil personas atendidas.

La Tabla 5.2 muestra el impacto de algunas de las acciones de divulgación y difusión de la ciencia durante el 2014, comparando los datos con los de años anteriores.

Indicador	2012	2013	2014
Artículos en medios impresos y digitales	446	842	897
Conferencias de divulgación	260	248	255
Programas radiofónicos y televisivos	64	147	154
Visitas al INAOE	25,561	10,200	29,941
Público atendido fuera del Instituto	13,314	33,095	59,156
Total de público atendido	38,875	43295	89,077

Tabla 5.2. Indicadores del impacto de la divulgación y difusión en el INAOE.

6. Indicadores del Anexo III del Convenio de Administración por Resultados.

Indicadores CAR CIENTIFICO		INAOE	
		Meta	Alcanzado
Generación de Conocimiento de calidad Fórmula: $\frac{NPA}{NI}$	NPA (Número de Publicaciones arbitradas)	167	249
	NI (Número de investigadores del Centro)	130	124
	CALCULO DEL INDICADOR	1.28	2.01
Proyectos externos por investigador Fórmula: $\frac{NPIE}{NI}$	NPIE (Número de proyectos de investigación financiados con recursos externos)	75	142
	NI (Número de investigadores del Centro)	130	124
	CALCULO DEL INDICADOR	0.58	1.15
Calidad de los Posgrados Fórmula: $\frac{NPRC+2NPED+3NPC+4NPCI}{4NPP}$	NPRC: Número de programas registrados en el PNPC de reciente creación	1	0
	NPED: Número de programas registrados en el PNPC en desarrollo	0	0
	NPC: Número de programas registrados en el PNPC consolidado	4	4
	NPCI: Número de programas registrados en el PNPC de competencia internacional	4	4
	NPP: Número de programas de posgrado reconocidos por CONACYT en el PNPC	9	8
	CALCULO DEL INDICADOR	0.81	0.88
Generación de Recursos Humanos especializados Fórmula: $\frac{NGPE+NGPM+NGPD}{NI}$	NGPE: Número de alumnos graduados en programas de especialidad del PNPC	0	0
	NGPM: Número de alumnos graduados en programas de maestría del PNPC	50	58
	NGPD: Número de alumnos graduados en programas de doctorado del PNPC	30	26
	NI: Número de Investigadores en el Centro	130	124
	CALCULO DEL INDICADOR	0.62	0.68

Indicadores CAR CIENTIFICO		INAOE	
		Meta	Alcanzado
Proyectos interinstitucionales Fórmula: NPII ----- NPI	NPII: Número de proyectos interinstitucionales	17	42
	NPI: Número de proyectos de investigación	150	142
	CALCULO DEL INDICADOR	0.11	0.30
Transferencia de Conocimiento Fórmula: NCTFn ----- NCTFn-1	NCTF: Número de contratos o convenios de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social, económica o ambiental firmados vigentes alineados al PECITI en el año (n)	15	18
	NCTFn-1	13	13
	CALCULO DEL INDICADOR	1.15	1.38
Propiedad industrial solicitada Fórmula (NSP + NSMU+ NSDI) n ----- (NSP + NSMU+ NSDI) n-1	NSP: Número de solicitudes de patentes	8	4
	NSMU: Número de solicitudes de modelos de utilidad	0	0
	NSDI: Número de solicitudes de diseños industriales	0	0
	(NSP + NSMU+ NSDI) n-1	5	6
CALCULO DEL INDICADOR	1.60	0.67	
Actividades de divulgación por personal de C y T Fórmula: NADPG ----- NPCyT	NADPG: Número actividades de divulgación dirigidas al público en general	152	1306
	NPCyT: Número personal de ciencia y tecnología	200	200
	CALCULO DEL INDICADOR	0.76	6.53
Indice de sostenibilidad económica Fórmula: MIP ----- MPT	MIP: Monto de Ingresos Propios	45,000	42,500
	MPT: Monto de presupuesto total del Centro	393,000	364,100
	CALCULO DEL INDICADOR	0.11	0.12
Indice de sostenibilidad económica para la investigación Fórmula: MTRE ----- MTRF	MTRE: Monto total obtenido por proyectos de investigación	45,000	42,500
	MTRF: Monto total de recursos fiscales destinados a la investigación	295,000	332,200
	CALCULO DEL INDICADOR	0.15	0.13

7. Conclusiones

Con base en la información presentada en este breve resumen ejecutivo de las actividades sustantivas del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica durante el 2014, se puede concluir sin lugar a dudas que el desempeño del centro fue mucho mejor con respecto a las metas planteadas en el Plan Estratégico de Mediano Plazo.

Es importante destacar que los logros se atribuyen a factores internos y externos que se conjuntaron durante el ejercicio para permitirnos superar los objetivos, sin descartar, por supuesto el gran esfuerzo de la comunidad del Instituto, en todos sus niveles, que se avocó y dedicó de lleno a mejorar la producción científica, la formación

de recursos humanos altamente preparados, los proyectos de desarrollo tecnológico, la innovación y la divulgación y difusión de los resultados del quehacer científico.

El 2015 plantea nuevos retos y paradigmas, que esperamos se puedan traducir en una productividad global de muy alta calidad, e indicadores por encima de los planteados en su momento.