

Instituto de Astronomía

Dr. José de Jesús González González

Director ~ desde febrero de 2016

Estructura académica	Sede Ciudad Universitaria. Departamentos: Astrofísica Teórica Estrellas y Medio Interestelar Astronomía Galáctica y Planetaria Astrofísica Extragaláctica y Cosmología Instrumentación Sede Ensenada. Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir (OAN-SPM), Baja California Observatorio Astronómico Nacional Tonantzintla, Puebla
Laboratorio nacional	de Rayos Gamma (HAWC) de Astrofísica en San Pedro Mártir, B.C. (OAN)
Campus	Ciudad Universitaria Ensenada, Baja California Tonantzintla, Puebla
Cronología institucional	Observatorio Astronómico Nacional incorporado a la UNAM, 1929 Instituto de Astronomía, 1967
Sitio web	www.astroscu.unam.mx
Área	Ciencias Físico-Matemáticas

El Instituto de Astronomía (IA) genera conocimiento en todos los campos de la astrofísica, forma recursos humanos de calidad en los niveles de licenciatura, maestría y doctorado incorporando a los estudiantes en proyectos de investigación, y realiza difusión y divulgación de temas astronómicos y de la ciencia en general. Para ello, cuenta con dos sedes de investigación y desarrollo y opera el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir en Baja California (OAN-SPM) y el Observatorio Astronómico Nacional de Tonantzintla en Puebla (OAN-T). Sostiene y genera convenios de colaboración con observatorios astronómicos y con una gran cantidad de instituciones nacionales e internacionales.

En el 2019 se consolidaron importantes proyectos que contribuyeron al desarrollo integral del Instituto, a su modernización y a su crecimiento. Se realizó una transformación orgánica, dando identidad organizativa y presupuestal a la sede académica de Ensenada, cuya implementación y consolidación tendrá importantes aportaciones para el desarrollo de la investigación científica y tecnológica.

El desarrollo de la investigación en Astrofísica este año obtuvo considerables reconocimientos que mantienen al área en la vanguardia del conocimiento

astronómico y, de igual forma, la innovación ha sido una prioridad para el desarrollo de la instrumentación astronómica. En la educación de las nuevas generaciones se mantiene un posgrado con demanda internacional y que forma investigadores para el mercado científico mundial, y este año se rediseñó el diplomado de Astrofísica dirigido a maestros de enseñanza media superior y público interesado.

Se impulsaron nuevos esquemas para la difusión y divulgación de la astronomía en beneficio de la población en general, agregando un nuevo proyecto de apropiación del conocimiento dirigido a población infantil en hospitales. También se realizaron acciones para el cuidado de los cielos oscuros, vinculación con comunidades e instituciones, así como colaboraciones nacionales e internacionales. Cabe destacar que se obtuvieron recursos para continuar con uno de los convenios nodales para la investigación, la participación en el Sloan-V.

PERSONAL ACADÉMICO

La planta académica en 2019 estuvo integrada por 146 miembros: 79 investigadores (cuatro eméritos, 68 titulares y siete asociados) y 67 técnicos académicos (42 titulares y 25 asociados). Se contó con la colaboración de siete investigadores del programa de Cátedras Conacyt y con 14 becarios posdoctorales apoyados por la UNAM y otras instituciones. La distribución del personal académico en las sedes que integran el Instituto fue de 79 miembros en Ciudad Universitaria y de 67 en Baja California. Se jubilaron cinco miembros del personal académico, se aprobaron 25 contrataciones, dos definitividades y 12 promociones, a la vez que se incorporaron cuatro nuevos miembros del personal académico. El personal participó casi en su totalidad en el programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo (PRIDE), 72% ubicado en los niveles "C" y "D". Durante el año, 80 académicos, 76 investigadores y cuatro técnicos pertenecieron al Sistema Nacional de Investigadores, 76% de ellos en los niveles I y II.

Género

Conforme a las políticas institucionales, el IA emprendió acciones para promover una cultura de equidad e igualdad de género que contribuya a prevenir cualquier forma de violencia de género o de discriminación en su comunidad y estableció la primera Comisión de Ética y de Equidad. En el marco del Protocolo para la Atención de Casos de Violencia de Género de la UNAM, se preparó personal del IA como orientador en contra de violencia de género. Asimismo, realizó conferencias y otros eventos sobre el tema.

PREMIOS Y DISTINCIONES

El personal académico obtuvo diversos premios, reconocimientos y distinciones: a la maestra en Educación Brenda Carolina Arias le fue otorgado la prórroga del Estímulo Especial para Técnicos Académicos "Guillermo Haro Barraza"; la doctora Erika Sohn López Forment recibió el Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz; al doctor Joel Herrera Vázquez le fue otorgado el Estímulo Especial "Harold L Johnson"; el doctor Jorge Karolt Ballesteros obtuvo la

beca Jóvenes Profesores Investigadores 2019-2 del Programa de Becas Santander Iberoamérica del Banco Santander, México; a la doctora Julieta Fierro Gossman se le distinguió poniendo su nombre a la Biblioteca de la Prepa Contemporánea, Querétaro, y al Club de Astronomía en Zapopan, Jalisco; también fue reconocida entre las 103 mujeres líderes de México por el periódico *El Universal*; a la doctora Laurence Sabin le otorgaron la Cátedra Marcos Moshinsky 2019, por la Fundación Marcos Moshinsky; la Sociedad de Astronomía de Argentina reconoció al doctor Manuel Peimbert con un congreso internacional en su honor, celebrando los 50 años del artículo seminal que escribió con el maestro Rafael Costero en 1969; la doctora Silvia Torres recibió la Medalla "Maestro Arqueles Vela" de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística; el doctor Armando Arellano Ferro fue reconocido por haber dirigido la tesis de licenciatura que obtuvo la mención honorífica otorgada por la División de Astrofísica de la Sociedad Mexicana de Física; el IA entregó el Reconocimiento Paris Pishmish a los mejores estudiantes que terminaron su grado en tiempo y forma en 2018, ellos fueron: Jaime Román Garza (licenciatura), Eder de Jesús Santiago Mayoral (maestría) y Jackeline Suzett Rechy García (doctorado). Finalmente, el IA fue anfitrión del Doctorado *Honoris Causa* por la UNAM a Sandra M. Faber (Universidad de California, Santa Cruz) en 2019.

INVESTIGACIÓN Y SUS RESULTADOS

La producción de las investigaciones realizadas se muestra en la publicación de 225 artículos en revistas internacionales con arbitraje y 46 artículos en memorias de congresos nacionales e internacionales. El personal de investigación publicó un promedio individual de 2.8 artículos científicos arbitrados en revistas de circulación internacional. Se desarrollaron 100 proyectos de investigación, 27 de ellos financiados por organismos externos y 73 con recursos de la UNAM. Los resultados y desarrollo de las investigaciones se han dado a conocer en múltiples foros académicos nacionales e internacionales.

El IA realizó investigaciones con múltiples aportaciones de nivel internacional a la astrofísica moderna y participó en descubrimientos relevantes, tales como: apoyar en la captura y en la interpretación teórica de una serie de destellos de rayos gamma, los cuales por primera vez exhibieron fotones por arriba de los cientos de gigaelectronvoltios, mostrando que estas explosiones astrofísicas pueden liberar, en un par de segundos, la cantidad de energía equivalente a la que el Sol produciría durante toda su vida. Desde su descubrimiento, hace más de cinco décadas, hasta hoy los destellos de rayos gamma sólo habían sido observados a energías menores de los cien gigaelectronvoltios, equivalentes a 11 órdenes de magnitud más potente que los fotones que vemos o que teóricamente detecta nuestra retina. Aunque los destellos de rayos gamma habían sido propuestos como emisores de fotones ultraenergéticos, su detección no había sido posible. Este descubrimiento corresponde a un triunfo en la teoría de estos eventos.

Investigaciones del IA han aportado elementos teóricos relevantes que sugieren el desarrollo de una teoría de gravedad extendida que permite una explicación más sencilla a las que consideran a la materia y la energía oscuras, componentes que serían responsables de 95% del Universo.

Concluyó la cuarta fase del muestreo digital del cielo SDSS-IV (Sloan Digital Sky Survey), con una contribución del IA muy significativa en la derivación de las mediciones científicas aportadas a la comunidad internacional, así como en sus publicaciones y resultados. El IA amplió su participación con el Consorcio de investigación en astrofísica para iniciar el nuevo quinto ciclo de tan exitoso proyecto internacional (SDSS-V).

El Telescopio SAINT-EX (colaboración con Suiza y el Reino Unido), integrado a principios del 2019, inició su primer año de operación científica con el objetivo de encontrar y caracterizar, desde el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir, exoplanetas alrededor de las estrellas más pequeñas y frías del Universo. Es un momento crucial en el que los descubrimientos e investigaciones sobre exoplanetas fueron tema de reconocimiento en el premio Nobel de Física, que recibió el doctor Didier Kelo, colaborador de SAINT-EX.

El IA continúa con el desarrollo de tecnología e instrumentación para observatorios dentro y fuera del país. Entre los que destaca el instrumento FRIDA (inFRared Imager and Dissector for Adaptive Optics) en construcción para el Gran Telescopio Canarias (GTC). Este proyecto, que lidera el Instituto, se realiza en colaboración con instituciones de México, Estados Unidos y España; este año se trabajó en tener todos los subsistemas manufacturados, integrados y probados. Se efectuaron dos presentaciones sobre el estado y avances de este proyecto al Comité de Usuarios del GTC.

El Instituto participa intensamente en el desarrollo y consolidación del Observatorio Internacional de Altas Energías HAWC (High Altitude Water Cherenkov Observatory), ubicado en el volcán Sierra Negra en Puebla; es una colaboración de diversas instituciones de México y de Estados Unidos. Durante 2019, HAWC continuó con sus operaciones generando datos a una tasa de 1.2 Tb por día aprovechables científicamente y artículos de impacto en el tema.

Es importante resaltar que el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir, en Baja California, ha tenido un importante crecimiento en su infraestructura científica en los últimos años, ya que de contar con sólo tres telescopios: 2.1 m, 1.5 m y 0.84 m; ahora cuenta con siete telescopios más ya instalados (un telescopio de 0.60 m, tres de 1.3 m, uno de 0.5 m, uno de 1 m y un sistema de telescopios de 0.60 m cada uno). Tiene también dos telescopios en desarrollo, el del Proyecto Colibrí de 1.3 m, en la fase de construcción, y el telescopio de 6.5 m en su fase final de diseño.

Lo anterior ha sido posible por la participación de este Instituto en diversos proyectos internacionales y desde luego por el apoyo de la Universidad, Conacyt y otros organismos gubernamentales.

Cabe destacar que este año se conmemoró el 40 aniversario del Telescopio de 2.1 m, que junto con los telescopios de 1.5 m y el de 0.84 m del Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir continúan con su productividad. Se atendieron más de 140 solicitudes de académicos nacionales y de otros países. En 2019 se publicaron 46 artículos con estricto arbitraje en revistas de circulación internacional con datos del observatorio. También se aprovechó el

total del tiempo de observación asignado al IA en el Gran Telescopio Canarias (España) y se continuó con la publicación de artículos.

VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD, COOPERACIÓN, COLABORACIÓN Y SERVICIOS

Las acciones más destacadas fueron: carta de intención, revisión de condiciones con el Consorcio SAINT-EX (telescopio de 1 m para la búsqueda de exoplanetas, instalado en el OAN-SPM); contrato de comodato con la empresa de tecnología de cómputo IBM de México, con el fin de que la UNAM hospede temporalmente equipos con arquitecturas modernas y adecuación de *software* científico, los utilice y evalúe en diferentes aplicaciones científicas; acuerdo de cooperación científica y cultural con la Universidad de Yerevan de la República de Armenia, con el objeto de establecer una relación de colaboración académica entre las instituciones para la investigación científica, la enseñanza y las actividades culturales; convenio de colaboración académica, científica, tecnológica y cultural con el Instituto de Estudios Avanzados de Baja California, A.C; convenio con The Astrophysical Research Consortium para la participación de la UNAM en el Sloan Digital Sky Survey V; convenio con Fundación UNAM, para la beca posdoctoral Luc Binette; convenio de prórroga con el Gran Telescopio Canarias, para la construcción del instrumento FRIDA; memorando de entendimiento celebrado con la Universidad de Southampton, Reino Unido, y los Observatorios Astronómicos Nacionales de China (NAOC), con el fin de desarrollar el instrumento OPTical Timing CAMera (OPTICAM), y sus observaciones e investigaciones científicas consiguientes; y el acuerdo de extensión del uso cooperativo del instrumento RATIR. Se continúa con los trámites de la patente nacional "Fabricación de espejos por replicación para sistemas ópticos hasta el límite de difracción"; y fue publicada la solicitud de patente PCT a nivel internacional "Mixer module for a deterministic hydrodynamic tool for the pulsed polishing of optical surfaces and pulsed polishing method".

El IA, comprometido con la preservación de los cielos oscuros para reducir la contaminación lumínica y recuperar la transparencia del cielo, continuó trabajando con los comités de Educación y de Empoderamiento a Miembros del International Dark-Sky Association, y llevó a cabo el Programa de Monitoreo Espectral del Brillo del Cielo en OAN-SPM (prototipo MonSpec). El IA trabajó con los municipios de Ensenada, Mexicali y Tijuana, Baja California, e impulsó en cada uno de ellos el establecimiento de un comité técnico asesor para el servicio de alumbrado público y prevención de la contaminación lumínica.

El Instituto edita la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, de alto impacto internacional y perteneciente al índice de revistas científicas y tecnológicas del Conacyt. En 2019 publicó trabajos originales de investigación en el volumen 55, números 1 y 2, y el volumen 51 de la Serie de Conferencias, con tiraje de 600 ejemplares cada uno, que se distribuyeron en centros de investigación de México y más de 70 países. El IA también publicó el *Anuario Astronómico*, conjunto de tablas de efemérides astronómicas, sucesos astronómicos y posiciones geográficas relevantes.

ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS

El IA participó en la organización de múltiples encuentros académicos, entre los que destacan los congresos IAU-Symp 359-GALFEED, Galaxy Evolution and Feedback Across Different Environments (Brasil); New Quests in Stellar Astrophysics IV: Astrochemistry, Astrobiology and the Origin of Life (Jalisco, México); MaNGA Collaboration Meeting 2019, University of Oxford (Reino Unido); Multi-Spin Galaxies, Asiago Astroph. Observatory (Italia); Sloan Digital Sky Survey Collaboration Meeting 2019 (IA-UNAM, Ensenada, B.C.); The EDGE-CALIFA Face-to-Face Meeting 2019 (IA-UNAM-CU); Compact White Dwarf Binaries (Armenia); Artificial Intelligence for Science, Industry and Society (ICN-UNAM); Sharing One Sky III: SDSS, APOGEE and Astronomy Outreach (Chile); XVI Latin American Regional IAU Meeting (Chile); LXII Congreso Nacional de Física y XXXIV Encuentro Nacional de Divulgación (Villahermosa, Tabasco); XII Escuela Latinoamericana de Astronomía Observacional (Tonantzintla, Puebla); y XXVIII Verano Científico del Observatorio (Ensenada, Baja California), entre otros.

INTERCAMBIO ACADÉMICO

El personal académico mantuvo colaboración con investigadores de otras universidades, centros de investigación y observatorios, provenientes tanto del interior del país como del extranjero. Recibió visitas de trabajo de más de 96 investigadores, a la vez que el personal académico del IA realizó 282 visitas y estancias en universidades e institutos de investigación del país y del extranjero.

DOCENCIA Y FORMACIÓN

El personal académico impartió decenas de cursos (licenciatura, maestría y doctorado) en facultades y escuelas de la UNAM, así como en otras instituciones de educación superior, tanto en la Ciudad de México como en los estados de Baja California y Puebla. Los alumnos graduados fueron 30: siete de licenciatura, 16 de maestría y siete de doctorado. Con respecto al posgrado, el Instituto mantiene una amplia colaboración con la coordinación del Posgrado de Astrofísica para que continúe en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del Conacyt, que acredita a la maestría y al doctorado en el nivel de Competencia internacional. El IA impartió el diplomado de Astrofísica dirigido a maestros de enseñanza media superior y público interesado.

DIVULGACIÓN, ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS

El IA reorganizó su área de divulgación y comunicación de la ciencia para impulsar nuevos esquemas de comunicación y lograr un mayor beneficio y apropiación social del conocimiento por parte de la población en general. Así, dio a conocer el trabajo académico que realiza mediante diferentes actividades y medios de comunicación masiva. Este año, el personal académico impartió más de 200 conferencias de divulgación en diferentes instituciones nacionales e internacionales.

Se realizó con gran éxito el proyecto pionero “Estrelleros”, para llevar la astronomía a niños y adolescentes en hospitales, y el Primer Simposio de Divulgación de la Ciencia: Con la Mirada Puesta en Grupos Vulnerables, en colaboración con otras instituciones. También llevó a cabo programas y eventos, tales como el congreso Despertar de la Vocación Científica en las Niñas, la celebración del Día de la Mujer y la Niña en la Ciencia, la Noche de las Ciencias en el IA-Ensenada, impartición de los ciclos de conferencias mensuales, entre otros eventos. Se realizó la onceava Noche de las Estrellas 2019, evento de divulgación masivo que celebró el Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos con la asistencia de más de 85,000 personas en las sedes de Ciudad Universitaria, Ensenada, Baja California y Tonantzintla, Puebla.

El Instituto tuvo una gran presencia en las redes sociales y medios de comunicación, mantuvo durante 2019 un importante número de seguidores: en Facebook más de 464,000; en Twitter 60,000 y 6,800 suscriptores en Youtube. En prensa, el IA apareció en 586 notas.

Este es el segundo año que el IA alberga en sus instalaciones de CU a la oficina del Programa Arte Ciencia y Tecnología (ACT), organizador y activo participante en una diversidad de encuentros, seminarios, exposiciones charlas y conferencias, fortaleciendo el estudio, crecimiento y difusión de todo aquello que genera la interacción entre arte, ciencia y tecnología.

INFRAESTRUCTURA

El IA emprendió colaboraciones interinstitucionales para el mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos. En particular, junto con los institutos de Química y de Ciencias Nucleares impulsó y creó el Laboratorio de Modelos y Datos Científicos (LAMOD) para el súper cómputo, orientado al desarrollo de modelos numéricos y para el tratamiento y almacenaje de grandes bases de datos teóricos, observacionales y experimentales.

El IA contó con el apoyo de Conacyt para continuar el desarrollo del Laboratorio Nacional de San Pedro Mártir, las operaciones científicas del Laboratorio Nacional HAWC de rayos gamma, y el diseño del Telescopio de 6.5 m para el OAN-SPM. Asimismo, con recursos de la UNAM se continuó el mejoramiento de la infraestructura científica, de laboratorios, de seguridad y de servicios en sus sedes académicas y observatorios.

En cada una de las cuatro sedes del IA, las comisiones locales de seguridad propusieron acciones para resguardar la integridad de su comunidad; además de reuniones regulares, se actualizaron protocolos de acción. El IA realizó simulacros, seguimiento y atención a la salud, entre otros, y se revisaron las áreas y el manejo de materiales de riesgo. Asimismo, se ampliaron y actualizaron cámaras, tecnología y equipo para la prevención y resguardo de las instalaciones en Ciudad Universitaria, Tonantzintla, Ensenada y San Pedro Mártir.

