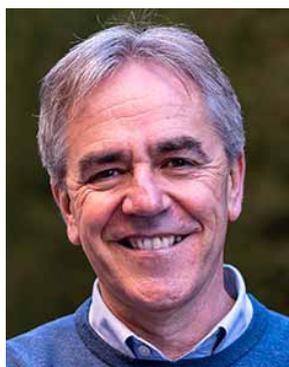


El Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC), es un centro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) situado en Granada. Con más de 260 miembros, el IAA ocupa una posición sólida y única en la astrofísica e investigación espacial en España, siendo el mayor centro de investigación astrofísica del CSIC. El IAA fue fundado en 1975 con el objetivo de crear un centro de investigación de excelencia en astrofísica, ciencia espacial y sus tecnologías asociadas, a nivel nacional e internacional. Nuestra misión es expandir el conocimiento sobre el cosmos y nuestro lugar en él a través de la investigación de vanguardia en astrofísica y ciencia espacial, fomentar el progreso tecnológico desarrollando instrumentación innovadora definida en base a nuestros requerimientos científicos, y difundir nuestra investigación entre la comunidad científica y el público en general a través de extensas actividades de divulgación.



**Antxon Alberdi**  
Director IAA-CSIC  
*antxon@iaa.es*



**Isabel Márquez**  
Directora Científica Proyecto "Severo Ochoa - IAA"  
*isabel@iaa.es*

## **1. INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA (IAA-CSIC). LOS PRIMEROS AÑOS DE SU HISTORIA.**

La década de los setenta del siglo XX puede identificarse como el momento en el que comienza el auge de la astrofísica moderna en España. Los centros europeos buscaban para sus telescopios lugares excelentes que garantizaran la observación astronómica en óptimas condiciones. La excelente calidad del cielo de algunos emplazamientos en España colocó a nuestro país en una situación de privilegio. Reino Unido, Alemania, Suecia y Holanda, entre otros países europeos, comenzaron a interesarse por las condiciones astronómicas en nuestro país y, poco más tarde, iniciaron negociaciones con el Gobierno español para tratar de establecer los acuerdos de colaboración necesarios. Algunas zonas de las Islas Canarias y del Sureste de la Península destacaban entre un conjunto muy amplio de lugares potencialmente interesantes, y es en ellas donde comenzaron a instalarse los grandes complejos observacionales europeos del Hemisferio Norte. La Palma, Tenerife, Almería y Granada constituyen las respectivas sedes de los observatorios más importantes de la Europa continental.

Sin embargo, la situación de las actividades astronómicas en España era por entonces muy precaria. Tanto en Canarias como en la Península se habían llevado a cabo notables esfuerzos para tratar de revitalizar viejas instalaciones (caso de Granada con el Observatorio de Cartuja), o de reconducir otras más recientes hacia líneas de trabajo más novedosas y competitivas (caso de Canarias con el Observatorio del Teide). De cualquier forma, estas acciones se realizaron en condiciones muy poco favorables y su alcance no llegó a traspasar unos límites modestísimos, que en nada hacían suponer un cambio tan importante como el que se produjo después.

Este tipo de razones subyacía en la iniciativa del CSIC para la potenciación de la astrofísica. La existencia de un pequeño y activo grupo de investigación en la Universidad de Granada resultó ser un factor decisivo a la hora de que el CSIC decidiese la **creación del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA)**, con sede en Granada (1975).

El CSIC había venido apoyando desde los años sesenta la labor que la Compañía de Jesús realizaba en el Observatorio de Cartuja. Este observatorio,



Figura 1. Palacio de la Madraza en Granada, primera sede del IAA-CSIC, con algunos de los primeros investigadores e ingenieros vinculados al IAA en sus inicios.

fundado en 1902, disponía en esa época de una estación de montaña situada en Sierra Nevada, en el Mohón del Trigo, a 2.605 m de altitud, que contaba con un pequeño telescopio Cassegrain de 32 cm de apertura. Este telescopio se utilizaba conjuntamente con el Royal Greenwich Observatory (RGO) (Reino Unido) para llevar a cabo estudios de fotometría estelar. Entre 1971 y 1980 se realizaron observaciones de estrellas variables en el Mohón. Disponía también de un fotómetro automático, propiedad del Max Planck Institut für Aeronomie de Lindau (Alemania), cuya finalidad era la de proporcionar medidas de las emisiones del oxígeno atómico atmosférico para estudiar los fenómenos de luminiscencia nocturna.

En enero de 1971 se estableció un convenio entre la Compañía de Jesús y la Universidad de Granada, en virtud del cual el Observatorio de Cartuja pasaba a depender de la propia Universidad. En esa época se había decidido ya la creación del Centro Astronómico Hispano Alemán de Calar Alto (Almería), cuyo instituto de referencia científico es hoy en día el IAA-CSIC. Igualmente, habían sido establecidas las bases para la construcción del Observatorio de Pico Veleta y el radiotelescopio milimétrico del Institut de RadioAstronomie Millimétrique (IRAM), en una zona próxima a la estación del Observatorio de Cartuja.

La propuesta de creación del IAA, realizada por el CSIC en julio de 1975, tomaba en cuenta esta situación. Se decidió que, para que el nuevo Instituto pudiese adquirir una personalidad científica, era nece-

sario disponer de **medios propios de observación** que, aunque modestos, pudieran permitir la realización de programas intensivos sobre líneas de investigación propias. Ello permitiría formar a los investigadores que, posteriormente, optimizaran el uso de los grandes telescopios accesibles en otros observatorios de cuyas organizaciones formara parte nuestro país.

En aquellos momentos, el IAA contaba con una mínima dotación económica, con muy escaso personal y sin un lugar físico en el que ubicarse. A los pioneros José María Quintana, Ángel Rolland, Pilar López de Coca y Eduardo Battaner, pronto se incorporarían Victor Costa y Rafael Garrido, el primer becario del IAA, germen de lo que más tarde se constituyera como Departamento de Física Estelar. Se incorporaron también varios estudiantes para la reducción de los datos de las bandas de airglow y para las observaciones fotométricas: José Juan López Moreno, Nicolás Pérez de la Blanca, Eduardo Pérez "Pericles" y Rafael Rodrigo, entre otros.

Después de múltiples dificultades, en febrero de 1976, el IAA encuentra una **sede provisional en el Palacio de la Madraza de Granada** (Fig. 1), edificio en el que Yusuf I creó en el siglo XIV la primera "Madraza" árabe, traducción islámica del concepto de universidad al uso en la Europa cristiana. En esta sede provisional el IAA continuó creciendo poco a poco con la incorporación de personal contratado y becario, llevando a cabo un trabajo científico-técnico excelente, a la vez que enormemente generoso. No disponían todavía de instrumental propio para la observación astronómica.

La disponibilidad de instrumentos de observación propios se resolvió por medio de un acuerdo establecido entre la Universidad de Granada y el CSIC, en virtud del cual todos los instrumentos disponibles en el Observatorio de Cartuja quedaron a disposición del IAA sin restricción alguna; a su vez, se habilitó una vía de colaboración científica entre el personal del IAA y el de la Universidad, en concreto de la recién nacida Facultad de Ciencias Físicas. Gracias a ello se pudo disponer de medios de observación propios que, aunque modestos, permitieron al IAA avanzar con éxito en la idea de un instituto de investigación moderno.

En esa etapa **nace un incipiente grupo de instrumentación** cuya finalidad era medir *in situ* emisiones de la atmósfera por medio de cohetes de sondeo. **En 1981 se lanza el primer cohete de sondeo atmosférico** desde la base del Arenosillo en Huelva, con el fotómetro FOC-CA, construido por el equipo de instrumentación del IAA. Los resultados desbordaron las mejores previsiones, iniciándose así tareas que hoy en día están plenamente acreditadas en nuestro Instituto y que derivaron en las tareas de instrumentación que actualmente se realizan en el Departamento de Sistema Solar.

En 1978, el IAA se trasladó, también de forma provisional, desde la Madraza a la casa amarilla de uno de los edificios de la **Estación Experimental del Zaidín** (EEZ), instituto de Ciencias Agrarias del CSIC. Allí el instituto se instaló durante unos años, al tiempo que iba reclutando nuevo personal, pre- y postdoctoral, proveniente en gran medida de instituciones científicas fuera de Granada, que contribuyeron de forma muy importante al crecimiento del centro.

La necesidad de poseer unas instalaciones observacionales propias se concretó en negociaciones con el Royal Greenwich Observatory (RGO) y el Observatoire de Nice, que fructificaron en sendos convenios entre el CSIC y el Science & Engineering Research Council (SERC) inglés, por una parte, y con el Centre National pour la Recherche Scientifique (CNRS) francés, por otra. Así, el CSIC se comprometía a la **construcción del Observatorio de Sierra Nevada (OSN)** (Fig. 2) en la falda del Pico Veleta, y las instituciones extranjeras, en contrapartida, cedían sendos telescopios, de 60 y 75 cm respectivamente, para ser instalados en dicho observatorio y explotados conjuntamente. En 1982 se inician las observaciones en el telescopio de 60 cm y en 1983 en el telescopio de 75 cm. Esta situación llevaba consigo también el compromiso del IAA para definir y crear nueva instrumentación, parte de la cual sería desarrollada dentro del propio Instituto.

La instrumentación del OSN, aunque mejor que la inicial en el Observatorio de Cartuja, distaba mucho de ser satisfactoria, por lo que también se trató de conseguir una solución duradera, ya que no definitiva. Se buscaba instrumentación de observación más competitiva, que fuese propiedad del Instituto. La idea tomó cuerpo cuando, después de unos contactos iniciales, se estableció un programa en el que el CSIC y la Academia China de las Ciencias se comprometían a colaborar en la construcción de dos telescopios de 0.9 y 1.5 m, respectivamente, y los equipos de control correspondientes, en unas condiciones económicas muy favorables para el CSIC. Firmados los correspondientes acuerdos en 1987, la instalación de los dos telescopios en el OSN comenzó en el verano de 1991.

Figura 2. Vista del horizonte oeste desde la ubicación del Observatorio de Sierra Nevada.

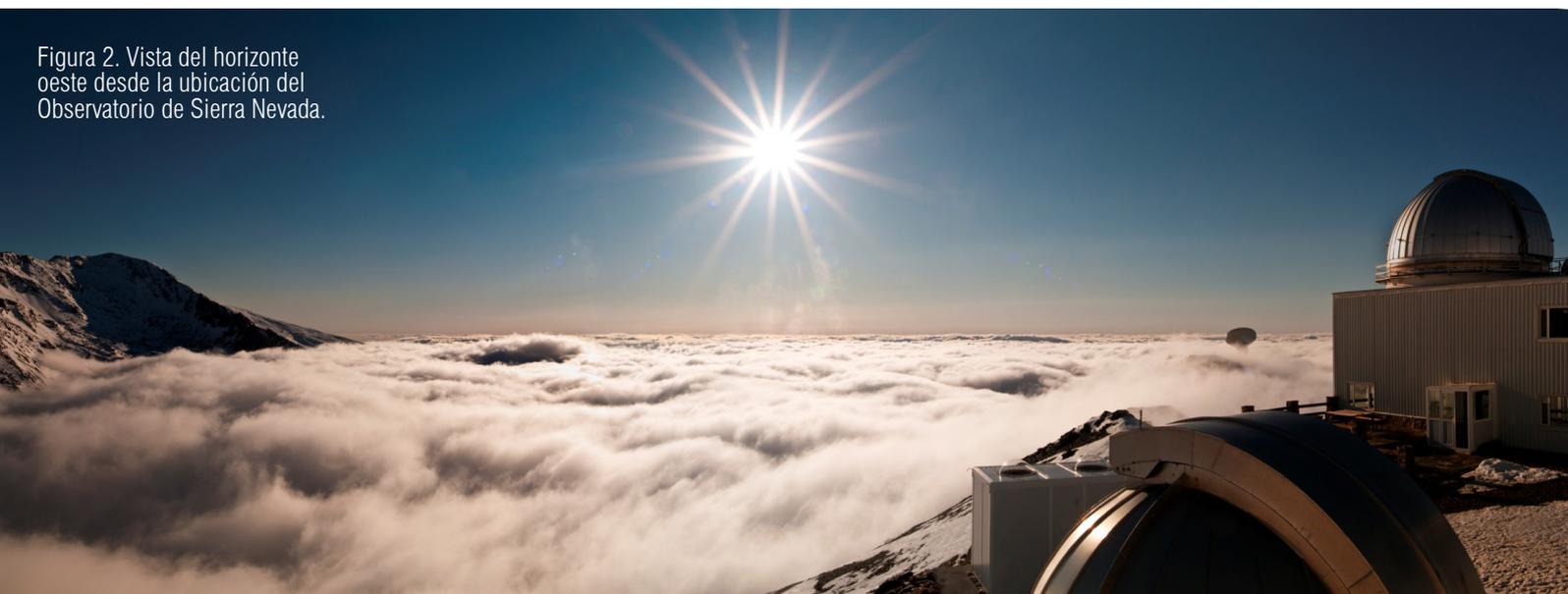




Figura 3. Edificio principal de la sede actual del IAA en la Glorieta de la Astronomía de Granada.

Con la instalación de los dos nuevos telescopios se alcanza el punto final de una primera fase en la historia del observatorio y del instituto, dotando al OSN de instrumental de carácter básico, colocando al IAA en disposición de afrontar los nuevos retos científicos y técnicos que le eran propios.

En cuanto a la sede del IAA, el CSIC finalmente aprobó la construcción de un edificio en unos terrenos que la propia institución poseía. Este **edificio fue inaugurado en 1986** (Fig. 3) y, desde entonces, ha ampliado ya varias veces sus instalaciones para adaptarse a las nuevas necesidades. Actualmente dispone de 3 edificios y un cuarto que está en fase de construcción. Desde estas etapas iniciales, el instituto ha evolucionado a lo que es hoy en día, un centro de excelencia científica tal y como certifica la concesión de la acreditación “Severo Ochoa” por parte del Ministerio de “Ciencia, Innovación y Universidades” para los periodos 2018-2022 y 2023-2026.

Actualmente, la actividad científica del IAA está estructurada en 4 departamentos (Sistema solar, Física estelar, Radioastronomía y estructura galáctica, y Astronomía extragaláctica), y está respaldada por la Unidad de Desarrollo Instrumental y Tecnológico (UDIT), la Unidad de Cultura Científica, la unidad de Servicios Generales y el Centro de Cálculo. El IAA cuenta además con una

Oficina de Calidad del Cielo y con diferentes comisiones que ayudan a la gobernanza del centro. A lo largo de su historia el IAA ha contado con diversos directores: José María Quintana (1975-1987), Mariano Moles (1988-1990), Rafael Rodrigo (1990-2004), José Carlos del Toro (2004-2006), Francisco Prada (2006-2008), Matilde Fernández (2008-2012), José Manuel Vilchez (2013-2017) y, el actual, Antxon Alberdi (2017-2025).

## 2. EL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA (IAA-CSIC) EN 2025, UN CENTRO DE EXCELENCIA CIENTÍFICA

Desde su nacimiento en 1975, el IAA-CSIC no ha parado de crecer. En estos 50 años, las personas que investigan en el IAA han pasado de realizar sus primeros estudios sobre la **física de las estrellas**, observando con los telescopios del OSN, a investigar en todas las principales áreas de la **astrofísica moderna**, en todos los rangos del espectro electromagnético, utilizando los mejores telescopios del mundo mediante la adjudicación de tiempo de observación competitivo. De un incipiente grupo de instrumentación, cuya finalidad era medir in situ emisiones de la atmósfera por medio de cohetes de sondeo, se ha pasado a desarrollar **instrumentación de vanguardia** para telescopios tanto en espacio como en Tierra, formando parte de grandes consorcios internacionales, en algunos casos como investigadores principales del correspondiente proyecto.

## 2.1. La investigación en el IAA

El IAA presenta una combinación excepcionalmente amplia de investigación en casi todas las áreas principales y rangos espectrales cubiertos por la astrofísica, junto con desarrollos instrumentales y tecnológicos de vanguardia, y la participación en actividades educativas, académicas y de divulgación. El número y la gran diversidad de científicos del IAA permiten la explotación científica de grandes instalaciones en todo el rango espectral utilizando diferentes técnicas observacionales (fotometría, espectroscopia, imagen, espectropolarimetría, interferometría...), y motiva un enfoque sinérgico de la astrofísica, la cosmología y la física de partículas, combinando observaciones y desarrollos tecnológicos con teoría y simulaciones numéricas.

El IAA tiene como objetivo general avanzar en la comprensión del Universo en todas las escalas. La investigación científica que se realiza en el IAA abarca las principales áreas de la Astrofísica, que van desde el sistema solar, la física estelar, los sistemas planetarios y las atmósferas de los correspondientes exoplanetas, la formación estelar, la física del medio interestelar, la astronomía extragaláctica incluyendo las diferentes componentes de las galaxias y su interrelación –incluyendo el efecto de los núcleos activos–, hasta llegar a la estructura a gran escala, donde las galaxias se entienden como unidades de construcción de estructuras de orden jerárquico superior, y la cosmología.

Nuestro objetivo estratégico declarado es consolidar el IAA como uno de los institutos líderes en astrofísica y ciencia espacial en Europa y garantizar su posición para la explotación de la próxima generación de experimentos avanzados y revolucionarios. Aprovechamos las oportunidades que ofrece nuestra gestión del Observatorio de Calar Alto (CAHA) para ocupar nichos únicos en astronomía observacional y seguir utilizándola como banco de pruebas tecnológico. Asentamos nuestra posición en la participación en misiones espaciales internacionales. Nos centramos en las grandes infraestructuras, incluyendo las instalaciones ESFRI en Astronomía, ya que desempeñarán un papel transformador en la astrofísica: participamos en el Square Kilometer Array Observatory (SKAO) (Fig. 4), en el Cherenkov Telescope Array Observatoriu (CTAO), el Extremely Large Telescope (ELT), el European Solar Telescope (EST) y el Next Generation Event Horizon Telescope (ngEHT). En el camino

hacia estos objetivos a largo plazo, haremos hincapié en el trabajo preparatorio con la instrumentación astronómica actualmente disponible.

Hemos participado y participamos en prácticamente todas las misiones de exploración del Sistema Solar de la Agencia Espacial Europea (ESA) y de otras agencias internacionales como NASA y JAXA (Fig. 5). Nuestra larga, reconocida, tradición y amplia experiencia en instrumentación para misiones espaciales, es una referencia en ciencia planetaria y solar en Europa y nos proporciona una posición preminente para liderar al nivel de PI y co-PI instrumentación para misiones espaciales. A lo largo de nuestra historia, hemos participado en desarrollos instrumentales para Cassini-Huygens, Rosetta, Mars Express, Solar Orbiter, JUICE, SUNRISE, entre otros. Plato, con contribuciones desarrolladas en el IAA, volará en el año 2026. Además, el IAA participa a nivel de PI o co-PI en instrumentos para futuras misiones como TOTEM, Comet Interceptor, EnVision y Vigil de la ESA.

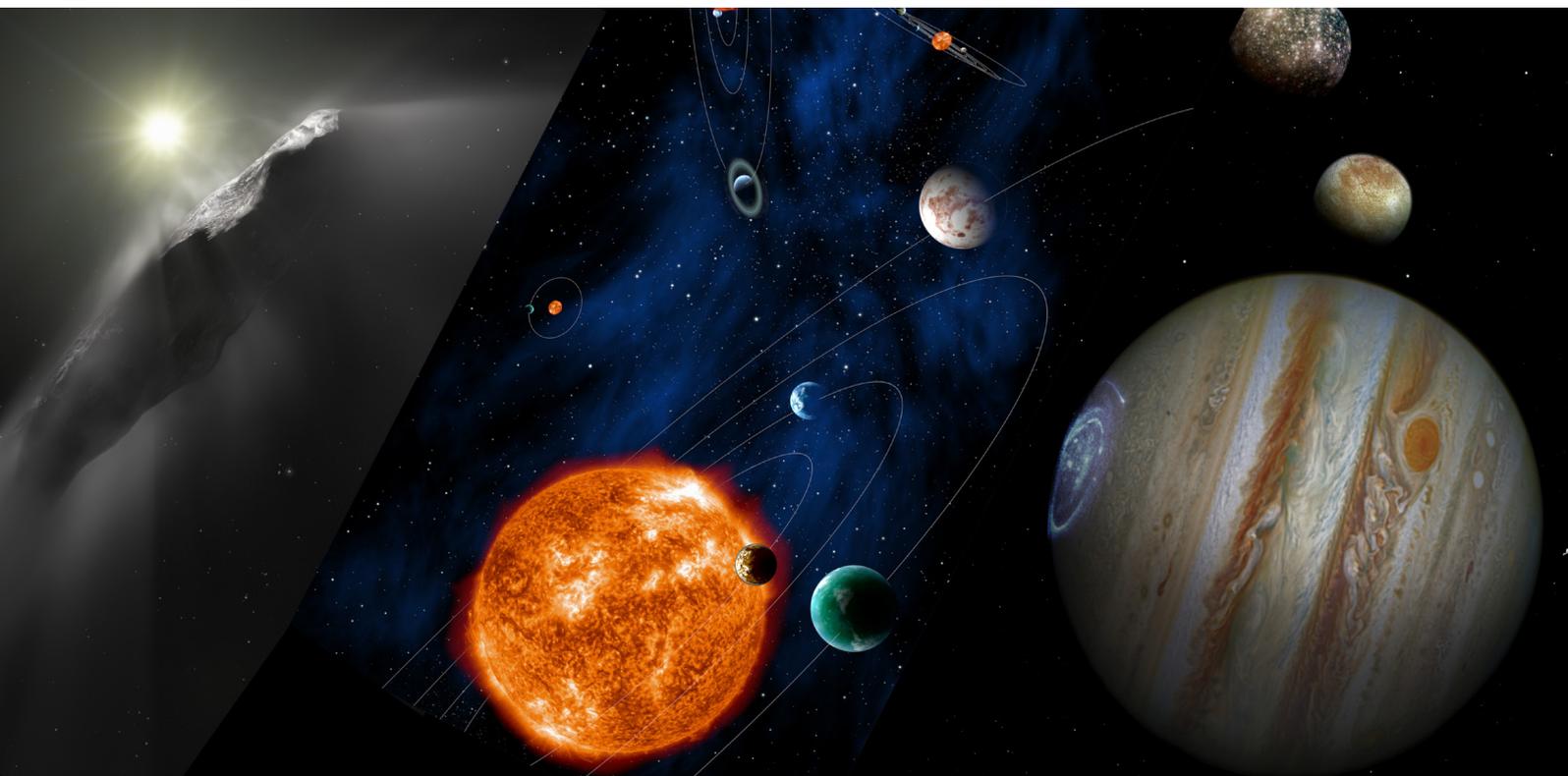
A lo largo de nuestra historia, la investigación de alta calidad del IAA se ha puesto de manifiesto por ejemplo en nuestro co-liderazgo en el descubrimiento de Próxima B, el exoplaneta en Próxima, la estrella más próxima a nosotros. Hemos iniciado una nueva línea de investigación para la caracterización multi-longitud de onda de las interacciones estrella-planeta. La contribución de CARMENES, codirigida por el IAA, ha sido primordial, no sólo por su confirmación de más de 59 nuevos exoplanetas, de ellos 43 Tierras y Super-Tierras, sino también porque ha abierto nuevas vías de para la detección de especies moleculares y el estudio de la dinámica de las exo-atmósferas de Júpiter calientes, y el escape de gas de exoplanetas gigantes (Fig. 6).

Un hito histórico de la exploración espacial fue la órbita durante 2 años de la misión Rosetta en torno al cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko (Fig. 7), revelando información sobre la naturaleza de los cometas. Igualmente exitoso ha sido el descubrimiento de anillos en Haumea, uno de los cuatro planetas enanos más allá de Neptuno, donde a través de ocultaciones estelares se reveló que tiene un anillo, estructura que podría ser más común de lo esperado (Fig. 8). Otro hito científico es el estudio de embriones estelares en torno a estrellas jóvenes, que son germen de los sistemas planetarios (Fig. 9).



Figura 4. El universo que veremos. El IAA lidera la participación española en el SKAO (en la imagen), el que será mayor radiotelescopio del mundo. También contribuimos en CTAO, ELT y EST.

Figura 5. Composición de imágenes ilustrativas de los proyectos instrumentales espaciales con participación del IAA. De izquierda a derecha: Comet Interceptor, PLATO y JUICE.



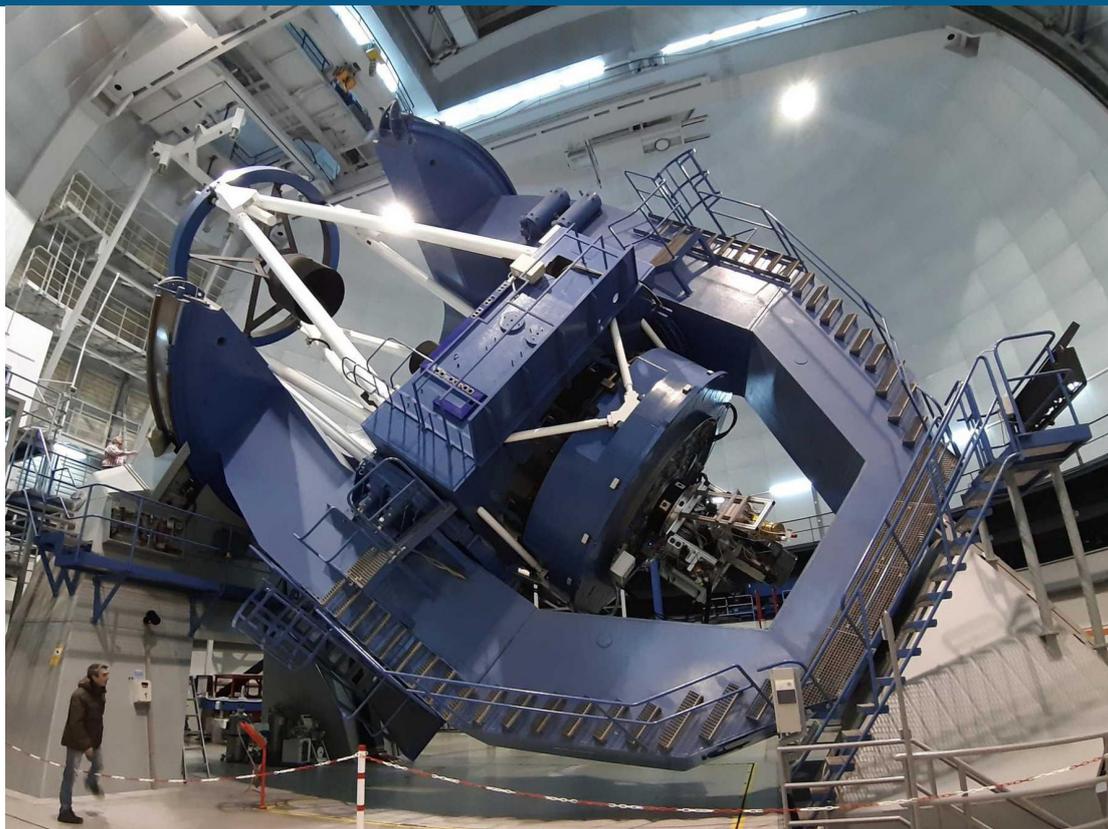


Figura 6. Otros mundos. El IAA-CSIC colidra la construcción del instrumento CARMENES y su proyecto asociado. Instalado en el telescopio de 3.5m de CAHA, CARMENES ha descubierto hasta la fecha cerca de 60 exoplanetas, una decena potencialmente habitables. Entre sus hallazgos más relevantes del grupo se incluyen un planeta menos denso que el algodón de azúcar y Proxima b, el exoplaneta más cercano al sistema solar.

Figura 7. Orbitar un cometa. La misión ROSETTA, hito histórico en la exploración espacial, orbitó el 67P/Churyumov-Gerasimenko, proporcionando información clave sobre la naturaleza de los cometas. El IAA participó tanto científica como tecnológicamente.

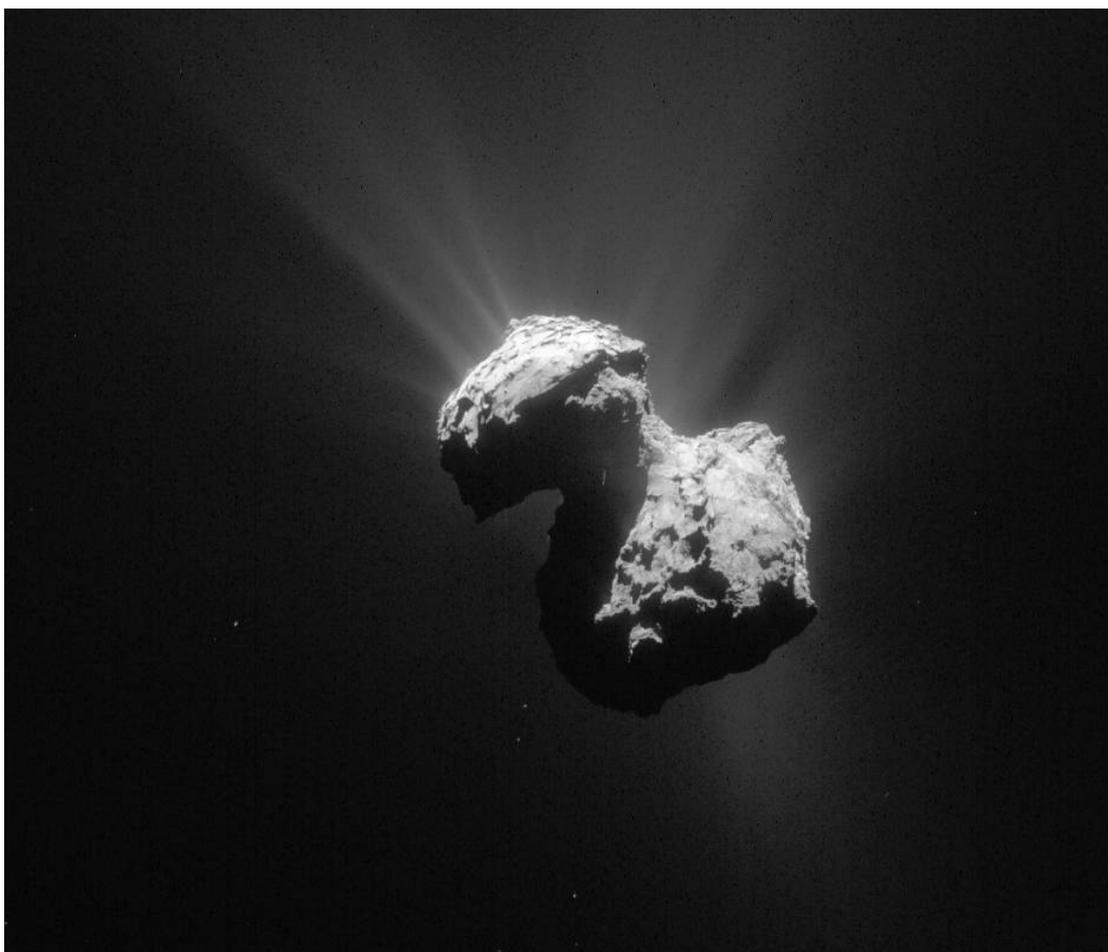


Figura 8. Anillos más allá de Neptuno. Una campaña internacional liderada por el IAA-CSIC, utilizando ocultaciones estelares, reveló que Haumea, uno de los cuatro planetas enanos más allá de Neptuno, tiene un anillo. Este primer hallazgo en un objeto transneptuniano sugiere que los anillos podrían ser más comunes de lo esperado.

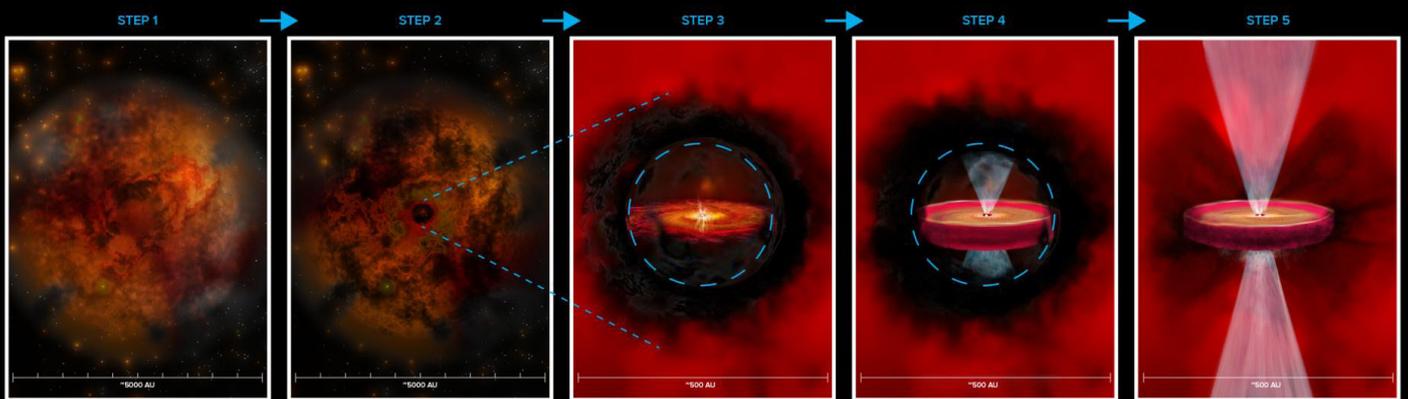
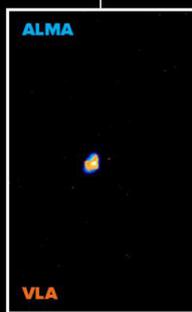
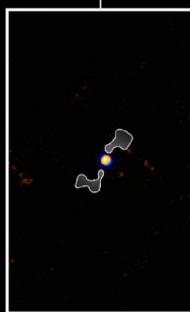


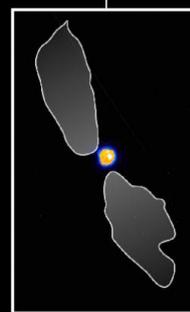
Figura 9. Embriones estelares. La búsqueda de discos de gas y polvo en torno a estrellas jóvenes resulta fundamental para explicar los nuevos mundos observados. En el IAA-CSIC hemos participado en el mayor muestreo de estrellas recién nacidas realizado hasta la fecha, con más de trescientos discos protoplanetarios descubiertos.



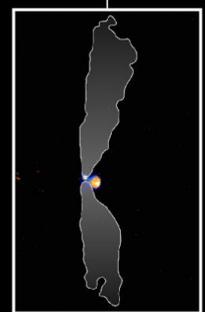
HOPS-402



HOPS-404



HOPS-403



HOPS-400

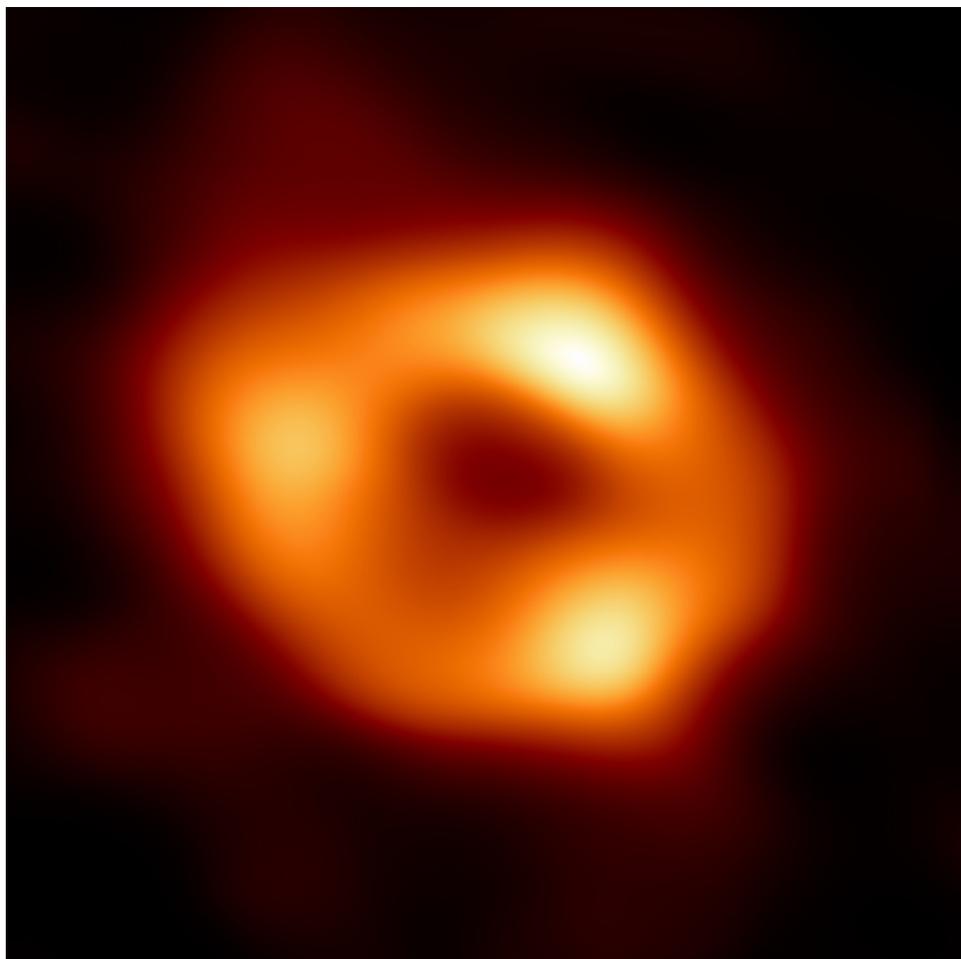


Figura 10. Horizontes lejanos. En 2019 y 2022, se capturaron las primeras imágenes de agujeros negros supermasivos, en las galaxias M87 y la Vía Láctea. Dos logros históricos alcanzados gracias a la colaboración internacional del EHT , en el que el IAA-CSIC juega un relevante papel. Actualmente el IAA-CSIC trabaja en la instalación de una nueva antena de la red EHT en el Observatorio del Teide..

Figura 11. Cartografiado de la población estelar en el Centro Galáctico. Resultado del proyecto europeo GALACTICNUCLEUS.





Figura 12. Cartografía galáctica. El IAA-CSIC ha liderado grandes cartografiados de galaxias, como CALIFA, que reveló la historia de 600 galaxias y su evolución. Actualmente colidera J-PAS, un ambicioso cartografiado galáctico que en la próxima década observará miles de grados cuadrados del cielo con cientos de millones de galaxias y estrellas.

Un gran momento en la historia del IAA ha sido la participación muy relevante de investigadores del IAA en la obtención de la primera imagen de un agujero negro supermasivo en el corazón central de M87 (M87\*), y posteriormente del agujero supermasivo de la Vía Láctea (SgrA\*), que fueron portada de las revistas científicas especializadas y de todos los periódicos de información general del mundo. Los resultados confirman los principios de la Relatividad General (Fig. 10).

Por otro lado, el proyecto ERC Consolidator Grant GALACTICNUCLEUS ha estudiado la cinemática de las estrellas en el Centro Galáctico, con especial atención a la búsqueda de cúmulos jóvenes desconocidos hasta ahora en esta región (Fig. 11).

En cuanto a la evolución de galaxias se refiere, el IAA lidera o colidera varios programas científicos galácticos y extragalácticos como ALHAMBRA, CALIFA y actualmente J-PAS (Fig. 12), que observará más de 8500 grados cuadrados de cielo. Contribuye igualmente al estudio de los vientos producidos en el corazón de galaxias activas, y al de los objetos más antiguos del Universo.

Dando algunas figuras de la actividad científica, destacamos que a lo largo de su historia el IAA ha producido más de 7300 publicaciones incluidas en el Science Citation Index (SCI), En 2024 el IAA ha publicado

427 artículos en revistas con arbitraje. La producción ha aumentado significativamente desde 2019, gracias al ímpetu proporcionado por los proyectos de excelencia Severo Ochoa del IAA.

Otros aspectos a destacar de la investigación científica del IAA son el liderazgo y la internacionalización de estas publicaciones. Más de un tercio de las publicaciones del IAA están dirigidas por científicos y científicas del IAA. El IAA es líder en la internacionalización de sus investigaciones, como se refleja en el elevado número de publicaciones con autoría internacional respecto al número total de publicaciones del IAA, que es superior al 91% de los artículos publicados.

## 2.2. La actividad tecnológica en el IAA

Desde el punto de vista de las actividades con orientación tecnológica, el IAA lidera desarrollos tecnológicos para el espacio. Destacamos algunos de los últimos lanzamientos, y los instrumentos desarrollados en el IAA, como NOMAD@ExoMars-TGO en 2016 (Fig. 13), BELA@BepiColombo en 2018, PHI@SolarOrbiter en 2020, instrumento del que somos co-IP (Fig. 14), y los instrumentos JANUS y GALA para la misión JUICE, lanzada en abril de 2023, que visitará las lunas jovianas. Y sin olvidar la exitosa misión Rosetta, donde el IAA lideró la contribución española a los instrumentos GIADA y OSIRIS. Y en el futuro PLATO, EnVision, Comet Interceptor y Vigil (ver Fig. 5).



Figura 13. El enigma marciano. Durante años se especuló con la presencia de metano en la atmósfera marciana, incluso de origen biológico. Gracias a EXOMARS (ESA) y su instrumento NOMAD, con destacada participación del IAA-CSIC, se obtuvieron resultados sin precedentes sobre Marte, que descartaron definitivamente su presencia.

Nuestra implicación en la mayoría de las grandes misiones espaciales europeas garantiza nuestra participación en la explotación de los datos resultantes.

El IAA también participa en misiones de Observación de la Tierra de la ESA y la NASA, como MIPAS/Envisat y SABER/TIMED. Además, lideramos la participación española en la misión CAIRT, candidata para la undécima misión del programa Earth Explorer, que ha sido seleccionada para pasar a la siguiente fase de desarrollo (Fase A). Proporcionaría las mediciones necesarias para dar un paso adelante en la comprensión de los vínculos entre el cambio climático, la química atmosférica y la dinámica en el rango de altitud de unos 5 a 115 km.

Asimismo, el IAA desarrolla instrumentación de vanguardia para telescopios terrestres en los observatorios GTC (MEGARA) y CAHA (CARMENES y PANIC), y co-lidera el proyecto para el nuevo espectrógrafo de campo integral, TARSIS@CAHA. Lideramos el desarrollo del módulo MAAT para OSIRIS/GTC. Participamos en los consorcios de ANDES y MOSAIC, instrumentos para el ELT, y en el desarrollo del instrumento TIS para el EST. Contribuimos al modelado y desarrollo del archivo de software de CTA, con una fuerte involucración en Gammapy, que fue el paquete finalmente seleccionado para las Herramientas Científicas del CTAO. El IAA coordina desde 2011 la participación científica y tecnológica de España en el Square Kilometre Array Observatory (SKAO). Además, estamos en posición privilegiada para explotar el excepcional potencial del EHT, en el que el IAA ha reforzado su liderazgo mediante la instalación de la futura antena TEA (Tenerife EHT Antenna) en colaboración con el Harvard Smithsonian Center for Astrophysics y el IAC.



Figura 14. Magnetismo solar. En 2020, la misión Solar Orbiter, con una importante participación del IAA-CSIC, inició su camino al Sol, siendo la primera en explorar sus polos. Solar Orbiter ha logrado un mapa magnético sin precedentes, clave para entender fenómenos solares que impactan a la Tierra.

Por otro lado, el IAA está reforzando su contribución a proyectos con necesidades de utilización de herramientas astrofísicas para datos masivos, abriendo la puerta a eventuales aplicaciones de inteligencia artificial aplicada a la astrofísica y ciencias del espacio y su innegable proyección futura en proyectos internacionales de altísimo impacto, como el legado de telescopio Vera Rubin (antiguo LSST).

### 2.3. Los observatorios astronómicos que gestiona el IAA

*Observatorio de Calar Alto (CAHA)*. Se encuentra ubicado en la sierra de Los Filabres (Almería), a 2167 metros de altitud. CAHA es operado conjuntamente por el CSIC y la Junta de Andalucía desde 2019, siendo el IAA el centro de referencia para el desarrollo de su estrategia científico-técnica. CAHA cuenta con tres telescopios con aperturas de 1.23m, 2.2m y 3.5m. Las condiciones atmosféricas, ideales para las observaciones astronómicas, y el tamaño de apertura de sus telescopios, convierten a CAHA en el observatorio astronómico más importante en Europa continental.

Los telescopios de CAHA están equipados con instrumentación astronómica de vanguardia que incluye cámaras directas en el visible e infrarrojo cercano y espectrógrafos de dispersión intermedia y alta. El observatorio tiene sus propias instalaciones técnicas: salas limpias, instalaciones electrónicas, mecánicas y de computación, y cámaras y sensores para monitorear la calidad del cielo nocturno. Ofrece, además, servicios de aluminización, con la cámara de aluminización más grande de Europa, que puede albergar espejos con diámetros de hasta 4 m. Actualmente se está en el proceso de construcción de TARSIS, el nuevo instrumento para

el telescopio de 3,5m, que mantendrá a CAHA en la élite de la astronomía internacional en el área de la espectroscopía bidimensional de gran campo.

*Observatorio de Sierra Nevada* (OSN). Ya hemos hablado del OSN en la primera sección de este artículo. El OSN es operado y provisto por el IAA. Los dos telescopios que alberga son especialmente adecuados para proyectos que requieren una respuesta rápida u observaciones de monitoreo durante largos períodos de tiempo. El observatorio realiza asimismo observaciones relacionadas con actividades educativas y divulgativas.

#### **2.4. La difusión de la investigación en el IAA**

La difusión de los resultados de la investigación realizada en el IAA sigue, en primer lugar, el cauce correspondiente a su carácter de centro de investigación, es decir, el de las publicaciones científicas, a las que ya se ha hecho referencia. En segundo lugar, hacemos difusión directa al público general a través de nuestra Unidad de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i), e indirecta a través de las páginas web de CAHA o del CSIC, y de los centros con quienes colaboramos (por ejemplo, a través de notas de prensa de difusión internacional como las de ESO, ESA, SKAO o HST). Algunos de estos resultados tienen un fuerte impacto social, como por ejemplo fue el caso en 2019 de la primera imagen de la sombra del agujero negro en M87.

La UCC+i lidera tres líneas de acción: comunicación, educación y difusión. El impacto de las actividades de comunicación y divulgación científica del IAA en la sociedad es sobresaliente y pareja a la de los grandes centros de investigación internacionales, con numerosas charlas públicas, visitas de grupos escolares, blogs, series documentales, emisiones de radio y la publicación de la revista "IAA – Información y Actualidad Astronómica".

#### **2.5. Formación en el IAA**

El personal científico y técnico del IAA está muy implicado en actividades educativas y académicas. Destaca nuestra estrecha colaboración con la Universidad de Granada en diversos programas de Máster y Doctorado, así como con otras universidades nacionales e internacionales, incluyendo alguna online. En todas estas actividades cabe destacar la disponibilidad de las instalaciones telescópicas de CAHA y OSN para

la formación de estudiantes y como laboratorios para que las escuelas de ingeniería desarrollen proyectos tecnológicos. En combinación con sus amplias actividades científicas y tecnológicas, el IAA es capaz de ofrecer proyectos de investigación atractivos en la vanguardia de la investigación astrofísica a estudiantes talentosos. El IAA tiene éxito en la atracción de jóvenes investigadores que no sólo proceden de diferentes instituciones de España y la UE, sino también de Estados Unidos, Sudamérica, Asia, entre otros.

Cabe destacar en este sentido, la ingente cantidad de actividades formativas de primerísimo nivel (SO Training Program) que se suman a las habituales del IAA, gracias a la consecución de las acreditaciones de excelencia Severo Ochoa, y que cubren capítulos formativos muy importantes que van desde la redacción y presentación de trabajos científicos, el uso de herramientas estadísticas para el análisis de los datos, las técnicas de Big Data y Machine Learning aplicadas a la astrofísica, o cursos temáticos específicos, orientados a la puesta al día, con especialistas internacionales del más alto nivel, de las temáticas científicas objeto de nuestro plan estratégico SO-IAA: Ciencias Planetarias, Evolución Galáctica o instrumentación de vanguardia.

### **3. EN RESUMEN**

El IAA es el resultado del excelente trabajo de su personal a lo largo de sus 50 años de historia. Su investigación abarca desde el Sistema Solar hasta el Universo primitivo. El IAA ha contribuido a casi todas las misiones recientes más importantes de la ESA/NASA/JAXA relacionadas con el Sistema Solar y construye instrumentos de última generación para telescopios terrestres. El IAA es un centro internacional de referencia para la radioastronomía, con una participación significativa en el Telescopio del Horizonte de Sucesos (Event Horizon Telescope) y el compromiso de mantener un Centro Regional SKA. El IAA cuenta con una sólida trayectoria, con un gran número de trabajos de gran impacto en campos diversos de la Astrofísica. La nominación como Centro de Excelencia Severo Ochoa desde 2018 ha tenido un impacto transformador en el IAA en términos de atracción de talento internacional, rejuvenecimiento del centro, aumento de nuestra producción científica, puesta en marcha de un novedoso programa de formación, refuerzo del trabajo en infraestructuras estratégicas, visibilidad internacional y divulgación científica.