

# El Instituto de Astrofísica de Canarias, impulsor del desarrollo de la Astrofísica en España

Francisco Sánchez

La investigación astrofísica en España ha sufrido en el último cuarto de siglo un salto impresionante, avanzando en tiempo récord desde casi cero hasta situarse entre el grupo de países que encabezan esta rama de la ciencia. Contribuimos con un 5,51% a la producción mundial en Astronomía (siendo la contribución media de la ciencia española del 2,86%), mientras que en 1988 era tan sólo del 0,84%. La verdad es que España se ha convertido ya en el séptimo país productor de resultados astronómicos, con notable gradiente positivo. Por otra parte, la construcción del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) nos sitúa entre las escasas comunidades científicas que han demostrado capacidad de liderar este tipo de instrumentación de la llamada "gran ciencia". Esta realidad actual habría sido inalcanzable sin la riqueza de instrumentación astronómica avanzada extranjera instalada en nuestro territorio en los últimos treinta años, junto con la formación, el esfuerzo y el buen hacer de los astrofísicos españoles.



Figura 1. Telescopios del astrónomo Jean Mascart en Guajara, con el Teide al fondo. Imagen del libro *Impression et Observations dans un voyage a Tenerife*.



Figura 2. Fotopolarímetro de la Universidad de Burdeos (Francia), el primer telescopio profesional instalado en el Observatorio del Teide (Tenerife) y diseñado para hacer fotopolarimetría de la luz zodiacal.

En este excitante proceso, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) ha desempeñado un destacado papel. Y, previsiblemente, continuará siendo motor del desarrollo de la astronomía española durante el siglo XXI, sobre todo si se siguen instalando en sus observatorios internacionales los telescopios mayores y más avanzados del momento.

## Un poco de historia

En 1856, el astrónomo británico Charles Piazzi Smyth usó Canarias para demostrar lo predicho por Newton: que los sitios de gran altitud ofrecían claras ventajas para la observación astronómica. Llegó a esta conclusión después de

observar en Tenerife desde el nivel del mar hasta Guajara (a 2.717m) y Altavista (a 3.250m), junto al Teide. Posteriormente, esta isla canaria fue objeto de otras expediciones y campañas astronómicas que dieron fama a sus cumbres para el estudio del Universo (fig. 1).

Todo esto había quedado en el olvido, hasta el eclipse total de Sol que se vio en Canarias en 1958. Los muchos astrónomos que vinieron a observarlo recordaron a las autoridades españolas los antecedentes astronómicos de la Isla de Tenerife. Y como por entonces las principales comunidades científicas andaban buscando emplazamientos idóneos para los nuevos telescopios, animaron a España a realizar una prospección astronómica moderna. Con este objetivo se creó en 1959, por Orden Ministerial, el Observatorio del Teide, dependiente del Rectorado de la Universidad de La Laguna.

En 1960 se contrató a un físico recién licenciado que trabajaba en el Instituto de Óptica del CSIC para que fuera a Canarias a realizar la prospección astronómica.

El primer telescopio profesional fue un instrumento espectrofotopolarimétrico de la Universidad de Burdeos (fig. 2), instalado en el Observatorio del Teide desde 1964 y destinado al estudio de luz zodiacal (la luz dispersada por la materia interplanetaria). Con él se empleó por primera vez el modelo de acuerdo: "nosotros ponemos el cielo y vosotros el telescopio".

La década de los sesenta puede considerarse la de la prospección astronómica española y de la promoción de las bondades del "cielo de Canarias". Animados por todo ello, diversas instituciones científicas europeas decidieron completar estos trabajos durante la década de los setenta, que puede considerarse como la de la prospección internacional de Canarias.

En 1973 se creó en la Universidad de La Laguna el Instituto Universitario de Astrofísica, consolidándose así el grupo de astrofísica nacido en el Observatorio del Teide, que se convertiría dos años después en el Instituto de Astrofísica de Canarias, por acuerdo entre esta Universidad, el CSIC y la Mancomunidad Provincial Interinsular de Cabildos de la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

En este marco se desarrolló el "Programa Nacional para la formación de investigadores en Astrofísica", tercer ciclo de la Universidad de La Laguna donde se produjeron los primeros doctores, y nació después la primera Especialidad de Astrofísica de la universidad española, como segundo ciclo de la carrera de Física.

Tras años de negociaciones con las instituciones astronómicas de los países interesados, se firmaron los Acuerdos de Cooperación en Astrofísica en 1979, a través de los cuales se abrieron los observatorios del IAC a la comunidad científica internacional.

La contrapartida principal que se recibe por el uso astronómico del "cielo de Canarias" es el 20% del tiempo de observación para los astrofísicos españoles (más un 5% para programas cooperativos) en cada uno de los telescopios instalados en los Observatorios del IAC. Un porcentaje realmente importante que una Comisión para la Asignación de Tiempo (CAT) reparte entre las cada vez más numerosas peticiones formuladas. La sobre petición española llega al 80% en los telescopios mayores. Este tiempo en observatorios de tan buenas condiciones y con telescopios tan avanzados ha sido y sigue siendo un arma muy eficaz para el desarrollo de la Astrofísica en España.

Fruto de continuados esfuerzos por conseguir capacidades efectivas para sacar el mejor partido a la ventaja estratégica de tener un sitio tan bueno para la observación astronómica, fue lograr que se dotase al IAC de personalidad jurídica propia. Lo que finalmente se logró en 1982 por ley, creando un novedoso "consorcio público de gestión", integrado por la Administración del Estado (a través del Ministerio de la Presidencia de Gobierno), la Comunidad Autónoma de Canarias, la Universidad de La Laguna y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Esta fórmula consorcial permitió armonizar las competencias en I+D del Estado y la Comunidad Autónoma y concentró los esfuerzos de todas las administraciones implicadas en un único ente con capacidades para desarrollar la Astrofísica y explotar, para la ciencia y la tecnología españolas, las extraordinarias condiciones del cielo de Canarias.

El Instituto de Astrofísica en La Laguna y los Observatorios del IAC fueron inaugurados en 1985 por la Familia Real española y seis jefes de Estado europeos, con la presencia igualmente de ministros y autoridades de toda Europa y astrofísicos de todo el mundo, entre ellos cinco Premios Nobel. En 1996, SS.MM. los Reyes de España volvieron a estar presentes en los Observatorios del IAC para inaugurar los nuevos telescopios instalados en sus Observatorios.

En 1988 el Parlamento español (a iniciativa del Parlamento Canario) aprobó la Ley para la Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC, conocida como "ley del cielo" (el Reglamento se aprobó en 1992 por Real Decreto). Esta regulación hace de ellos una "reserva astronómica" única en el mundo, que queda legalmente

protegida de la contaminación lumínica, la contaminación radioeléctrica, la contaminación atmosférica y los sobrevuelos de aeronaves.

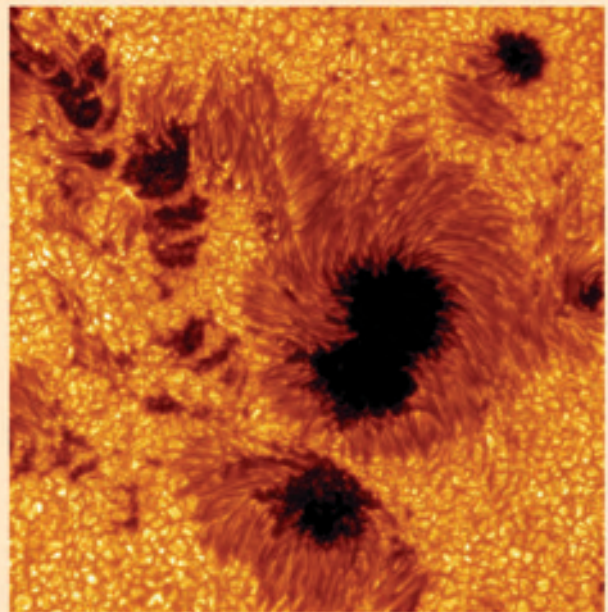
### Qué es el IAC

El Instituto de Astrofísica de Canarias, el IAC, sigue siendo un consorcio público, participado por la Administración del Estado (a través del Ministerio de Ciencia y Tecnología), por el Gobierno de Canarias, la Universidad de La Laguna y el CSIC. Como antes se señaló, consecuencia de un pacto entre las administraciones implicadas para desarrollar la Astrofísica y sus tecnologías asociadas. Sus miembros, de esta forma, han unificado objetivos, medios y dirección, en un único ente: el Instituto de Astrofísica de Canarias, que tiene, por ley, personalidad jurídica propia e independiente. Tal solución administrativa constituye una estructura no convencional novedosa dentro del sistema público de I+D español.

Conviene resaltar que el IAC es, además, y simultáneamente una organización pública de investigación española, y el núcleo básico del European Northern Observatory (ENO).

Lo que caracteriza al IAC y lo define son las misiones que tiene encomendadas:

- Realizar y promover cualquier tipo de investigación astrofísica o relacionada con ella.
- Difundir los conocimientos astronómicos, colaborar en la enseñanza universitaria y formar y capacitar personal científico y técnico en todos los campos relacionados con la astrofísica.
- Administrar los centros, observatorios e instalaciones astronómicas ya existentes y los que en el futuro se creen o incorporen al ámbito de actuación del IAC, así como las dependencias a su servicio.



**Figura 3.** Muestra evidente de la calidad del cielo de Canarias son las estructuras del Sol más pequeñas vistas hasta el momento, en las que se aprecian nuevos detalles de las manchas solares. Estas imágenes han sido obtenidas con el Telescopio Solar Sueco (SST), de 1 m de diámetro, de la Real Academia de Ciencias de Suecia e instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). © ROYAC.

- d) Fomentar las relaciones con la comunidad científica nacional e internacional y participar en proyectos nacionales e internacionales.
- e) Desarrollar y transferir tecnología.
- f) Difundir la cultura científico-tecnológica.
- g) Promover la instalación de la instrumentación astronómica más avanzada en Canarias.

Tan complejo mandato requiere una estructura diversificada y funcional no fácil de lograr dentro de la administración pública. La fórmula consorcial, aunque buena, no ha resultado ser suficientemente flexible y operativa, por lo que el Instituto tiene bastantes dificultades operativas que entorpecen la consecución de sus fines. La verdad es que los mecanismos disponibles en el sistema español de I+D no facilitan la tarea de los organismos públicos de investigación.

Estructuralmente se articula en cuatro Áreas operativas:

- Investigación
- Instrumentación
- Enseñanza
- Administración de Servicios Generales

Sus órganos directivos son:

- CONSEJO RECTOR

**Presidente** Ministro de Ciencia y Tecnología

**Vocales** Presidente del Gobierno de Canarias  
Representante de la Administración del Estado (Subsecretario del Ministerio de la Presidencia)  
Rector de la Universidad de La Laguna  
Presidente del CSIC  
Director del IAC

**Asisten** Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica  
Consejero de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias  
Presidente del Cabildo de Tenerife  
Presidente del Cabildo de La Palma

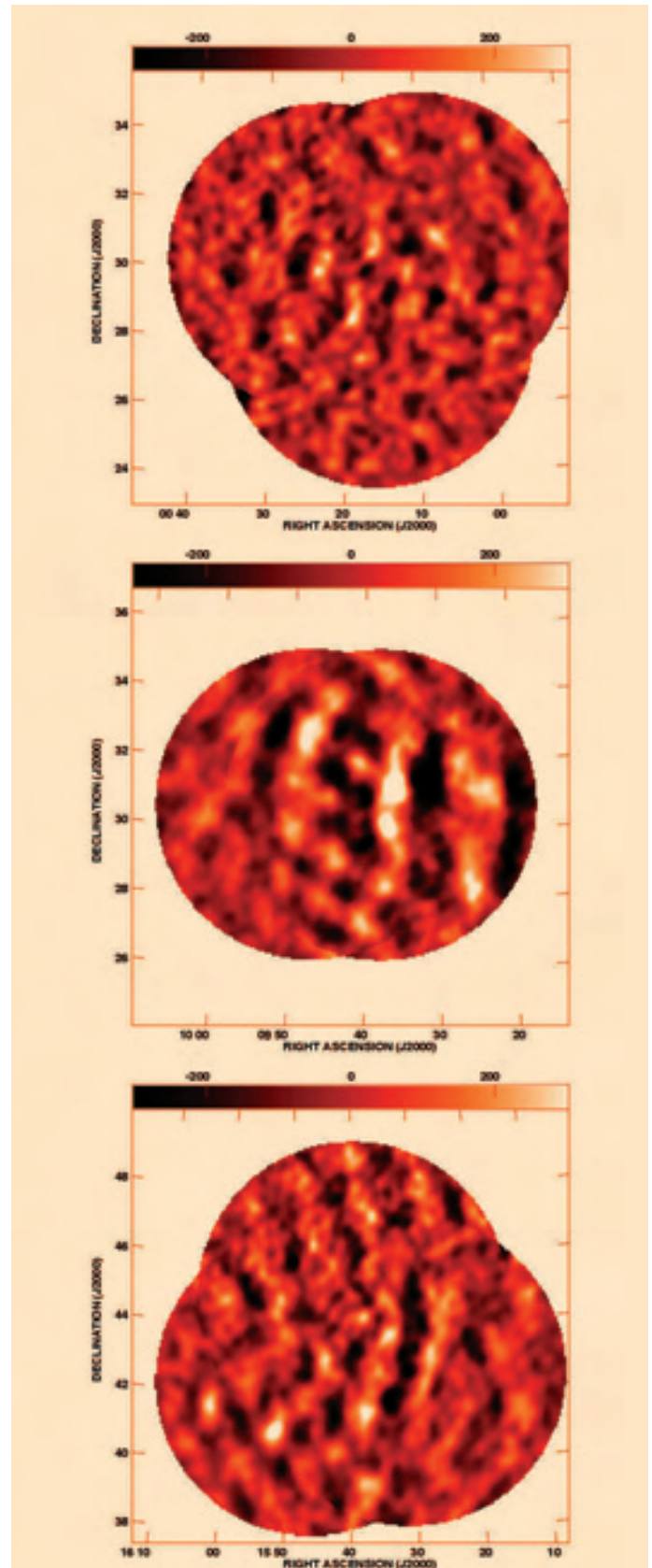
- DIRECTOR (con categoría de director general del MCyT)

Sus órganos colegiados son:

- COMISIÓN ASESORA DE INVESTIGACIÓN (CAI)
- COMITÉ DE DIRECCIÓN (CD)
- COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL (CCI)
- COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)
- COMITÉ DE APOYO EJECUTIVO (CAE)

Para tener una visión geográfica del IAC hay que señalar que está distribuido entre las islas de Tenerife (el Instituto de Astrofísica, en La Laguna, y el Observatorio del Teide, en Izaña) y de La Palma (el Observatorio del Roque de los Muchachos, en Garafía, y el Centro Común de Astrofísica, en construcción en Breña Baja).

Si bien el capital primario del IAC es el "cielo de Canarias", recurso natural peculiar y escaso por su excelente calidad astronómica, su principal activo lo constituye su personal: personas bastante preparadas, cooperativas, motivadas y decididas a hacer Astrofísica lo mejor posible y a seguir



**Figura 4.** Imágenes en falso color del Fondo Cósmico de Microondas obtenidas con el interferómetro de microondas VSA (*Very Small Array*), instalado en el Observatorio del Teide (Tenerife) y desarrollado por el IAC y las universidades de Cambridge y Manchester (Reino Unido). Estas imágenes sugieren que el Universo tiene una geometría plana a gran escala, que la materia "exótica" es el mayor componente material del Universo y que podría existir la "energía del vacío".

aprendiendo. Pero, además, a generar y ceder tecnología e impulsar el desarrollo cultural de la sociedad a través de la divulgación.

Una organización que incluye investigación, desarrollo de tecnología, docencia, gestión de grandes instalaciones científicas internacionales y difusión cultural, requiere personal de cualificaciones y funciones bien diferentes. Simplificando mucho las cosas y para centrar las ideas, las alrededor de trescientas personas que trabajan en el IAC se pueden clasificar en tres grandes grupos: astrofísicos, técnicos y gestores, siendo la proporción entre ellos la siguiente: 1/1,5/0,7. La mitad de los astrofísicos están en periodo de formación, haciendo el doctorado o el posdoctorado. Y la mitad aproximadamente de los investigadores fijos están en las plantillas del CSIC y del profesorado de la Universidad de La Laguna. Un problema estructural no resuelto es el de que un 60% de todo el personal no ocupa puestos fijos.

Hablando del capital básico sobre el que se ha desarrollado el IAC, hay que señalar que muy pocos lugares en la Tierra reúnen el conjunto de condiciones requeridas para la observación por la moderna Astronomía. Las cumbres de las Islas de Tenerife y La Palma del Archipiélago Canario poseen esas condiciones excepcionales (fig. 3), por lo que siguen siendo un polo de atracción para los más modernos telescopios. Hoy están presentes con sus telescopios e instrumentos en los Observatorios del IAC más de sesenta instituciones científicas pertenecientes a diecinueve países: Alemania, Armenia, Bélgica, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Irlanda, Italia, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, Rusia, Suecia, Taiwán y Ucrania. Un Comité Científico Internacional (CCI) permite a las instituciones usuarias de estos observatorios participar en su gestión.

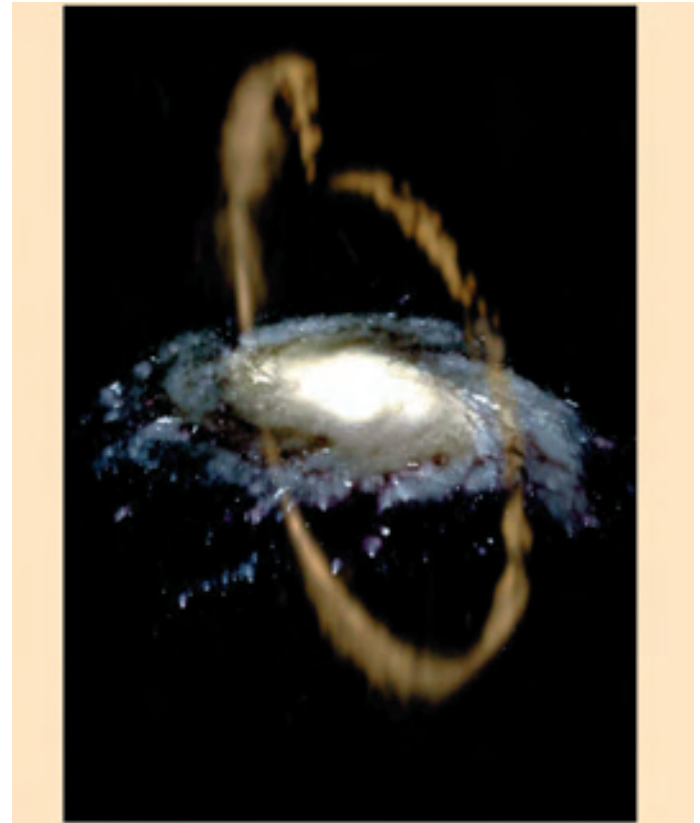
La intención original fue, y sigue siendo actualmente, explotar la excepcional calidad astronómica del cielo de Canarias en beneficio del entorno, entendido éste de forma amplia: primero las Islas, pero también el resto de España y, además, Europa y los otros países. En definitiva, en beneficio de la ciencia, la cultura y la tecnología. Para ello el IAC debe configurarse como un centro de referencia que sea palanca para el desarrollo de la Astrofísica y tecnologías derivadas en España. Lo cual exige, desde luego, mantener los observatorios de Canarias en primera línea mundial, para que sigan atrayendo los telescopios de instrumentos más avanzados.

Como la observación astronómica hoy se puede realizar desde el espacio, salvando así la barrera que la atmósfera supone para mucha de la información que nos llega del Universo, el IAC hace también instrumentación para el espacio. De hecho ha sido pionero en nuestro país, construyendo las primeras cargas científicas para cohetes y, después, los primeros instrumentos astronómicos diseñados en España para la ESA (Agencia Europea del Espacio) y la NASA americana, y que volaron con los satélites ISO y SOHO.

Con lo dicho anteriormente podría pensarse que el IAC es sólo un instituto de servicios y no un centro de investigación. Es el momento de recordar que nuestro conocimiento del Cosmos está constituido por conceptualizaciones formalizadas en teorías y modelos científicamente validados, y hacer Astronomía es perfeccionar dichos modelos y construir nuevas hipótesis y modelos más avanzados, que tienen que ser

contrastados por observaciones astronómicas. En el IAC se trabaja en el conjunto de las partes de este proceso investigador. Nuestros astrofísicos cubren todas estas facetas y alguno de ellos, los más teóricos, ni construyen instrumentos ni van siquiera a observar.

Resumiendo, podría decirse que, aun siendo el Instituto de Astrofísica de Canarias, hoy en día un centro bastante consolidado y prestigiado, es mucho lo que le queda todavía por hacer, y son muchas las posibilidades por desarrollar.



**Figura 5.** La galaxia enana de Sagitario en torno a la Vía Láctea. Se ha logrado la prueba observacional más sólida de la destrucción de una galaxia enana en las inmediaciones de nuestra propia galaxia.

## Investigación

Contribuir a aumentar el conocimiento del Universo constituye la base de la actividad del Instituto de Astrofísica de Canarias. El Programa de Investigación del IAC, cuyas líneas generales son definidas a través de una Comisión Asesora de Investigación internacional externa, cubre un amplio espectro temático: universo y cosmología, galaxias, estrellas, el Sol, materia interestelar, sistemas planetarios, óptica atmosférica, alta resolución espacial, diseño y construcción de telescopios, instrumentación óptica e infrarroja y astrofísica desde el espacio.

Toda la investigación se realiza enmarcada en proyectos de investigación, que realizan grupos temporales formados por astrofísicos del IAC y de otras instituciones españolas y extranjeras. Sus gastos son sufragados, en gran medida, por financiación externa.

Producción científica en números:

- Publicaciones en revistas internacionales (con árbitro) > 1.716
- Artículos de revisión ("invited reviews", charlas de más de 30 minutos en congresos internacionales) > 182
- Libros y capítulos de libros > 65
- Comunicaciones cortas, artículos en revistas internacionales (sin árbitro) > 2.131
- Publicaciones en revistas nacionales > 149
- Comunicaciones a congresos nacionales > 377
- Publicaciones internas del IAC > 187
- Tesis > 140
- Tesinas > 74

En general, podemos decir con orgullo que la producción científica y algunos resultados especialmente significativos (fig. 4) y (fig. 5), hacen que el IAC goce de prestigio creciente.

### Desarrollo tecnológico

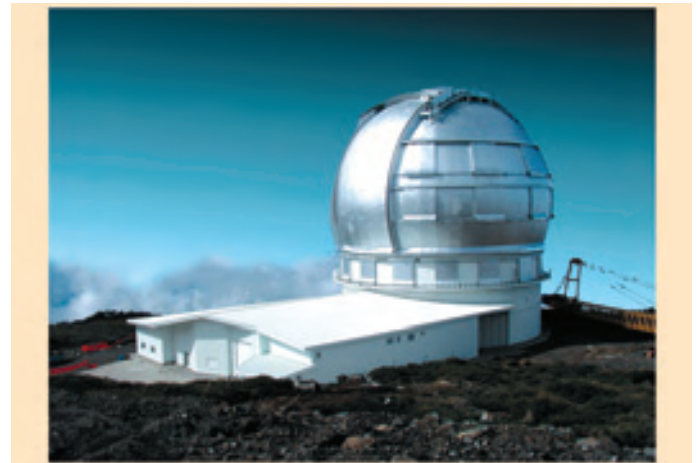
La Astronomía es, sin duda, una ciencia muy fructífera, y no sólo por lo que supone de ventana al Universo y fuente de conocimiento de las leyes generales de la Naturaleza, sino también porque los problemas astrofísicos son un continuo acicate para la Física y otras diversas ramas de la Ciencia. Además, los requerimientos de la observación astronómica de detecciones al límite de lo imposible, pretendiendo ver lo que no se ve, fuerzan la construcción de instrumentación científica con tecnología de ultimísima generación, muchas veces desarrollada expresamente para ello. En los países más avanzados se utiliza la instrumentación astronómica de tierra y espacio para estimular su tejido industrial.

Una de las tareas del IAC es desarrollar instrumentación científica, por lo que resulta ser también un centro de tecnología avanzada. Además de su objetivo primario de producir instrumentación astronómica, el Instituto lleva a cabo proyectos tecnológicos que desarrollan capacidades aplicables a otros campos científico-técnicos y de utilidad general, promoviendo y participando incluso en empresas de alto valor añadido.

El reto tecnológico más importante en el que está implicado el IAC, y a través suyo la comunidad científica española, es la construcción del "Gran Telescopio CANARIAS" (GTC) y su instrumentación focal. Se trata del primer proyecto de la llamada "gran ciencia" liderado por España para ser instalado en su territorio. Será, con sus 10,4 m de diámetro, cuando entre en funcionamiento en el Observatorio del Roque de los Muchachos a finales de 2004, el mayor y más avanzado telescopio del momento. Una empresa pública, GRANTECAN S.A., participada por la Administración del Estado y de la Comunidad Autónoma de Canarias lo está construyendo, aunque cuenta con el apoyo de EE.UU., a través de la Universidad de Florida, y de México, a través del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y del Instituto de Astronomía de la Universidad Autónoma de México (IA-UNAM), con la financiación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Estos acuerdos internacionales prevén la participación de estas instituciones en el funcionamiento del telescopio y la actualización de su instrumentación, así como en el tiempo de observación.

El GTC (fig. 6) es la primera inversión española importante en Astronomía, pues no se debe olvidar que el espectacular desarrollo de esta rama de la Ciencia en el país se ha hecho usando telescopios extranjeros.

La Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) del IAC se ocupa de la difusión de las capacidades científico-tecnológicas del IAC, promoviendo la transferencia de tecnología hacia la industria, y actúa como unidad de apoyo para la gestión relacionada con las actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) llevadas a cabo en el centro.



**Figura 6.** Edificio y cúpula del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). Permanentemente se actualizan las imágenes de la construcción del telescopio en la página web [www.gtc.iac.es](http://www.gtc.iac.es). © GRANTECAN.

### Formación de Investigadores

El IAC mantiene desde siempre un empeño permanente en la formación de personal científico y técnico, por considerarlo tarea fundamental para el desarrollo de la Astrofísica en España. Con este fin, una Escuela Permanente de Postgrado acoge a jóvenes licenciados e ingenieros de todo el mundo quienes, mediante un contrato laboral en prácticas, se incorporan como "astrofísicos residentes" a grupos de investigación, facilitándoles así su formación y la realización de su tesis doctoral.

Seminarios y cursos completan su formación a lo largo del año académico y otorgan los créditos necesarios para la obtención del doctorado. Asimismo, se ofrecen puestos de "técnicos residentes" para capacitar a jóvenes procedentes de la Formación Profesional.

Este sistema de formación se completa, además, con las becas dotadas a través de los Acuerdos Internacionales de Astrofísica, que permiten a jóvenes astrofísicos españoles continuar su formación en centros extranjeros de reconocida tradición y prestigio.

La formación de investigadores en Astrofísica continúa con los doctores recientes. El IAC recibe investigadores posdoctorales de diversos países y, a su vez, envía a sus jóvenes doctores a instituciones de todo el mundo.

Con esfuerzo y tesón en el IAC se ha institucionalizado una Escuela Internacional de Astrofísica, "The Canary Islands Winter School of Astrophysics". Cada año, durante dos

semanas, ocho de los mejores especialistas del tema seleccionado (alguna materia candente de la Astrofísica actual) conviven con jóvenes astrofísicos de todo el mundo. Las lecciones son publicadas, formando una serie, por Cambridge University Press y constituyen auténticos anuarios de puesta al día del más alto nivel que no faltan en ninguna biblioteca especializada.

Por otra parte, el personal científico del IAC participa activamente, a través del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna, en la enseñanza universitaria de Astronomía y Astrofísica.



**Figura 7.** Vista general del Museo de la Ciencia y el Cosmos, frente al Instituto de Astrofísica, en La Laguna, creado por el Cabildo de Tenerife y el IAC

### Difusión cultural

La Astronomía es, además de todo lo que venimos diciendo, una potente herramienta cultural que atrae sutilmente a todos, porque permite al hombre satisfacer su innato deseo de mirar al cielo, que tanto condiciona la vida y de intentar conocer su origen y su situación en el Universo.

La Ciencia es una parte importante de la Cultura. Su divulgación, para hacerla accesible a todos, ha sido una preocupación y un compromiso constante del IAC. En esta actividad cabe destacar :

- Campañas de difusión cultural en centros escolares.
- Días de "Puertas Abiertas" en los Observatorios.
- Actividades en torno a eclipses, lluvias de estrellas, cometas, etc.
- Revista "IAC Noticias".
- Boletín "GTCdigital".
- Boletín digital "Caosyciencia".
- Programa "Cosmoeduca".
- Cursos de formación para profesores de Enseñanza Básica y Media.
- Presencia en la Exposición Universal de Sevilla 92, Hannover 2000, Semanas de la ciencia y en otras muestras.
- Participación en la creación y funcionamiento del "Museo de la Ciencia y el Cosmos", del Cabildo Insular de Tenerife (fig. 7).

### El Instituto de Astrofísica

Situado en el campus de la Universidad de La Laguna, el Instituto de Astrofísica (fig. 8) es la sede central del IAC y la base administrativa de sus Observatorios Internacionales. Lugar de trabajo habitual de la mayor parte de su personal, es punto de encuentro para la comunidad astronómica internacional, centro de investigación y desarrollo tecnológico y, además, lugar de formación de investigadores, ingenieros y técnicos. También en él radica un núcleo impulsor de la divulgación científica.

Para todo ello dispone, en permanente actualización, de una biblioteca especializada, un centro de servicios informáticos, seminarios y un conjunto de talleres y laboratorios (óptica, mecánica, electrónica, fibras ópticas, área limpia, recubrimientos ópticos, fotografía, metrología, delineación, etc.).

Una noche de observación con un telescopio suele precisar de mucho tiempo de preparación y proporciona datos para trabajar posteriormente durante meses. La actividad astrofísica produce un volumen creciente de datos, que requieren laboriosos procesos de reducción y análisis. De ahí la necesidad de mejorar continuamente la configuración de los medios de cálculo del IAC. Los Servicios Informáticos del Instituto disponen de un parque de ordenadores y estaciones de trabajo, conectados entre sí y a las redes nacionales e internacionales, así como de los paquetes informáticos específicos para las tareas de investigación y desarrollo.



**Figura 8.** Vista parcial del Instituto de Astrofísica, en La Laguna (Tenerife)

### El observatorio del Teide

La Astrofísica en Canarias empezó en este Observatorio (fig. 9), en la zona de Izaña (Tenerife), a 2.400 m. de altitud, en un paraje donde concurren los términos municipales de La Orotava, Fasnia y Güímar, a principio de los años sesenta.

Su situación geográfica y condiciones hacen que este Observatorio se use preferentemente para el estudio del Sol. En él se concentra el grupo más completo de telescopios e instrumentos solares europeos, entre los que destacan el franco-italiano THEMIS, las torres alemanas GREGOR y VTT e instrumentos para el estudio de la Sismología solar.

Además de toda esta instrumentación específica para el estudio del Sol, el Observatorio del Teide cuenta con otro tipo de telescopios. Entre ellos figuran el Telescopio para radiación infrarroja "Carlos Sánchez" (TCS), de 1,5 m, un telescopio, muy productivo que ha propiciado que muchos astrofísicos españoles se hayan especializado en la astronomía infrarroja; el Telescopio IAC-80, diseñado y construido en el IAC; un telescopio destinado a prácticas de los estudiantes de la especialidad; la Estación Óptica Terrestre (OGS), de la Agencia Europea del Espacio (ESA), para comunicaciones vía satélite; el Telescopio STARE y un conjunto de peculiares radiotelescopios, entre ellos el interferómetro de microondas VSA (O. Cambridge-U. Manchester-IAC) para el estudio de la radiación de fondo procedente de la Gran Explosión que dio origen al Universo.

**Observatorio del Teide (OT)**

- Superficie: 50 hectáreas
- Altitud: 2.390 metros
- Situación: Isla de Tenerife (Islas Canarias/España)
- Longitud: 16°30'35" Oeste
- Latitud: 28°18'00" Norte



**Figura 9.** Vista aérea del Observatorio del Teide (Izaña, Tenerife).

**El Observatorio del Roque de los muchachos**

En este Observatorio (fig. 10), al borde del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, también a 2.400 m. de altitud, en el término municipal de Garafía (La Palma), se encuentra una potente batería de telescopios. Entre ellos destaca el telescopio "William Herschel" (WHT), de 4,2 m. Su avanzada instrumentación y emplazamiento hacen de él uno de los mejores telescopios del mundo. Este telescopio pertenece al "Grupo de Telescopios Isaac Newton", que comprende también los telescopios "Isaac Newton" (INT), de 2,5 m, y "Jacobus Kapteyn", (JKT) de 1 m.

Completan este conjunto el Telescopio Meridiano de Carlsberg (CTM), para medir con alta precisión la posición de los objetos celestes, y dos telescopios de los llamados "de nueva tecnología": el Telescopio nórdico (NOT), de 2,5 m; el Telescopio Nacional "Galileo", (TNG), de 3,5 m; el Telescopio robótico de Liverpool, de 2 m; y el Telescopio Mercator, de 1,2 m.

La estrella del Observatorio será el Gran Telescopio CANARIAS (GTC), de la clase 10 m. cuando entre en operación.

Este Observatorio ha atraído igualmente a la Astrofísica de Altas Energías, logrando bastantes éxitos el experimento EGRA. Su sucesor, el telescopio de rayos cósmicos "MAGIC", con una parábola de 17 m de diámetro está a punto de empezar a funcionar.

La Física Solar que se hace en este Observatorio con el telescopio solar SST, de 1 metro de diámetro de la Real Academia de Ciencias de Suecia, se ha visto reforzada con la incorporación del Telescopio Abierto Holandés (DOT), que también permite observaciones nocturnas.

Diámetro (cm)	INSTRUMENTO	PROPIETARIO	Operativo (año)
10	Telescopio STARE	HAO Boulder (EEUU)	2001
40	Telescopio solar Newton al Vacío (VNT)	Inst. Kiepenheuer(A)	1972
50	Telescopio MONS	Univ. Mons (B)	1972
60	Telescopio solar de Torre al Vacío (VTT)	Inst. Kiepenheuer (A)	1989
80	Telescopio IAC-80	IAC (E)	1993
90	Telescopio solar THEMIS	CNRS-CNR (FR-IT)	1996
100	Telescopio OGS	IAC-ESA (E-Intern.)	1996
120	Telescopio robótico STELLA	Inst. Postdam (A) Obs. Hamburgo (A)	2003
150	Telescopio solar GREGOR	Inst. Kiepenheuer (A) Univ. Gottingen (A) Inst. Postdam (A)	2004
155	Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)	IAC (E)	1972
	Interferómetro de microondas (VSA)	Univ. Cambridge (RU) Univ. Manchester (RU)	2002
	Interferómetro de microondas JBO-IAC	IAC (E) Univ. Manchester (RU)	1996
	Radiotelescopios COSMO10 y COSMO15	IAC (E)	1996
	Instrumentos en el LABORATORIO SOLAR: - Espectrofotómetro integral MARK-I	Univ. Birmingham (RU) IAC (E)	1978
	- Espectrofotómetro integra IRIS-T	Univ. Niza (FR)	1989
	- Espectrofotómetro ECHO	HAO Boulder (EEUU)	2000
	- Tacómetro de Fourier GONG	NSO (EEUU)	1996
	- Fotómetro de alta resolución TON	Univ. Tsing-Hua (Taiwán)	1993

**A= Alemania, B= Bélgica; E= España, EEUU= Estados Unidos; FR= Francia; IT= Italia; RU= Reino Unido; Taiwán; Intern.= Internacional**

**SERVICIOS**

- Comunicaciones: Red IBERCOM (6 líneas de emergencia con 65 extensiones, 2 líneas de fax), sistema de radio-enlace con 1 estación de base, 5 a bordo de vehículos y 5 portátiles.
- Alojamiento: Residencia con 24 plazas.
- 6 Vehículos adscritos a las instalaciones telescópicas.
- 4 Vehículos todo-terreno.
- Energía: 3 centros de transformación con 660 KVA y 3 grupos electrógenos con 295 KVA.
- Centro de visitantes: Aforo 43 personas.
- Otras instalaciones: Zona de servicios, Garajes y Cuarto de Máquinas.

## OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

- Superficie: 189 hectáreas
- Altitud: 2.396 m.
- Situación: Isla de La Palma (Islas Canarias/España)
- Longitud: 17°52'34" Oeste
- Latitud: 28°45'34" Norte

## Futuro

El saber astronómico, a la par que toda la ciencia, ha experimentado un avance espectacular en el siglo XX y, como este progreso resulta exponencial, cabe esperar que en este nuevo siglo profundicemos en el conocimiento del Universo de manera aún más significativa.

Hay fuertes razones para pensar que el siglo XXI será el

"Siglo del Conocimiento", dado que "el factor de producción absolutamente decisivo ha dejado de ser el capital, o el terreno o la mano de obra: ahora es el saber" (P.F. Drucker: "La sociedad pos-capitalista"). Y puesto que el hombre de este nuevo siglo sigue necesitando una "cosmovisión" para situar su vida, los astrónomos seguiremos escudriñando y preguntando al cielo con instrumentos cada vez más potentes en la búsqueda racional de las pequeñas y las grandes preguntas.

La intencionalidad que subyace en la investigación astronómica ha ido variando a lo largo de la historia de la humanidad. Primero fue práctica (supervivencia, agricultura, navegación, etc.), agorera (astrología), mítica y ritual. Después fue científica (mecánica celeste, astrofísica). En estos momentos es, además, evolutiva. Comprender la evolución del Universo en su conjunto y en detalle, incluida "la vida", es el objetivo que la impregna. Lo cual tendrá consecuencias múltiples, como el desarrollo de la astrobiología, la "meteorología solar" y el estudio de los asteroides peligrosos, por señalar algún ejemplo.

Las metas concretas a lograr en este comienzo de siglo están listadas y justificadas en los diferentes estudios prospectivos realizados por diversas comunidades astronómicas de los países más avanzados, y están disponibles en la web.

De lo que no hay ninguna duda es de que la observación es y será la "piedra de toque" de todas las teorías. Cualquier modelo sobre nuestro Universo se sustenta y tiene que ser validado por observaciones celestes. La historia de la Astronomía es la historia de la observación astronómica. Por otra parte, todo avance significativo en la instrumenta-

ción conlleva nuevos descubrimientos. Esta necesidad de observar (aun lo que no se ve) cada vez mejor y más profundamente pone en reto permanente a la tecnología. Así la astronomía demanda y produce tecnología avanzada.

En el campo instrumental, el futuro que se nos viene encima comprende:

- Observar en todo el espectro electromagnético (por lo que hay que salir al espacio).

Diámetro (cm)	INSTRUMENTO	PROPIETARIO	Operativo (año)
18	Telescopio Meridiano de Carlsberg (CMT)	Univ. Copenhague-IOA-ROA (D-RU-E)	1984
20	Monitor de seeing (DIMM)	IAC-Univ. Niza (E-FR)	1984
45	Telescopio solar Abierto Holandés (DOT)	NFRA (PB)	1997
97	Refractor solar (NSST)	R. Academia de Ciencias (S)	2002
60	Telescopio óptico	R. Academia de Ciencias (S)	1982
100	Telescopio Jacobus Kapteyn (JKT)	PPARC (RU-PB-PO-IR)	1984
120	Telescopio MERCATOR	Inst. Sterrenkunde (B) Univ. Leuven (B)	2001
200	Telescopio robótico Liverpool (LT)	Univ. John Moore Liverpool (RU)	2003
250	Telescopio Isaac Newton (INT)	PPARC (RU-PB)	1984
256	Telescopio Nórdico (NOT)	Fundación NOT (D-FI-N-S)	1989
350	Telescopio Nacional Galileo (TNG)	INAF (IT)	1998
420	Telescopio William Herschel (WHT)	PPARC (RU-PB)	1987
1.135	Gran Telescopio CANARIAS (GTC)	GRANTECAN (E-EUUU-M)	2004
1.700	Telescopio Cherenkov MAGIC	Inst. Física d'Altes Energies (E) Univ. Autònoma Barcelona (E) Obs. de Crimea (U) Univ. California (EEUU) Univ. Gottingen (A) Univ. Lodz (P) Univ. Complutense de Madrid (E) Inst. Nuclear Research (R) Inst. Max-Planck Munich (A) Univ. Padua (IT) Univ. Potchefstroom (PB) Univ. GH-Siegen (A) Univ. Siena (IT) Obs. Tuorla (FI) Univ. Wurzburg (A) Inst. Física Yerevan (AR)	2003

A= Alemania; AR= Armenia B= Bélgica; D= Dinamarca; E= España; EEUU= Estados Unidos; FI= Finlandia; FR=Francia; IR= Irlanda; IT= Italia; M= México, N= Noruega; PB= Países Bajos; P= Polonia; PO= Portugal; RU= Reino Unido; R= Rusia; S= Suecia; U= Ucrania

### SERVICIOS

- Comunicaciones: Red IBERCOM (30 líneas externas con 114 extensiones, 2 líneas de fax), sistema de radio-enlace con 6 estaciones de base y 42 a bordo de vehículos, línea de datos a 2 Mbits de velocidad.
- Alojamiento: Residencia con 29 habitaciones (24 individuales y 5 dobles); Anexo con 30 habitaciones (9 individuales y 21 dobles).
- 3 Vehículos todo-terreno y 1 turismo.
- 1 Camión (quitanieve y contraincendios).
- 1 Vehículo ambulancia.
- 4 Helipuertos.
- Otras instalaciones: Zona de Servicios con despachos, Laboratorio de Electrónica, Taller de Mecánica, Almacén, Garajes, Grupos Electrogrénos, Transformadores, Cuarto de Máquinas, Taller de Soldadura y Gasolinera.

Para finalizar quiero subrayar que toda la actividad del IAC y la de sus Observatorios internacionales es posible gracias a la existencia de un equipo humano de gestión y soporte, coordinado por la Administración de Servicios Generales que hace posible el eficiente funcionamiento del complejo entramado que forman el Instituto de Astrofísica, el Observatorio del Teide y el Observatorio del Roque de los Muchachos.

- Instalar TELESCOPIOS GIGANTES:
  - en los mejores sitios de la Tierra (Canarias es uno de ellos).
  - a bordo de satélites y sondas.
  - en la Luna y otros cuerpos del Sistema Solar.
- Medir la radiación corpuscular primaria (rayos cósmicos, neutrinos, etc.).
- Detectar ondas gravitatorias.
- Conseguir muestras del espacio exterior.
- Desarrollar instrumentos nuevos, para las nuevas ventanas de observación que aparezcan.

Todos los estudios resaltan la necesidad y urgencia de construir telescopios supergigantes, de entre veinte y treinta metros de apertura, para situarlos en los mejores sitios del planeta. ¡Y tenemos la suerte de disponer, en Canarias, de uno de estos escasísimos sitios excepcionales! Si se tratase de algún otro país con sensibilidad científica, lo estaría explotando a tope.

Esto no son fantasías, ni ciencia-ficción. Ya hay predicciones y la comunidad científica internacional se está moviendo para disponer de alguno de estos "gigantes" en la

próxima década. Los implicados en tales proyectos preliminares están interactuando para llegar a determinar cuáles son construibles y, además, se están haciendo prospecciones para determinar dónde se instalarán. Canarias es uno de los candidatos destacados.

Si, finalmente, se terminase emplazando uno de estos telescopios supergrandes en España, además de las ventajas directas sobre la investigación astrofísica y nuestra ciencia en general, las industrias nacionales que han participado en la construcción del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) serían las mejor situadas de Europa para obtener contratos. ¿Valoramos realmente lo que supone para la ciencia y tecnología españolas aprovechar estratégicamente este recurso natural de carácter astronómico que es el cielo de Canarias?

Los Observatorios de Canarias, que constituyen el European Northern Observatory (ENO), y el IAC están cada vez en mejores condiciones para seguir siendo palanca eficaz para el desarrollo de la Astronomía en España.

La verdad es que tenemos los ingredientes para estar entre los primeros de la Astronomía: excelentes astrofísicos en nuestras universidades y organismos públicos de investigación, además de muchos jóvenes doctores que están a la espera en los mejores lugares del mundo; buenos medios de observación propios y ajenos; más amplias relaciones internacionales de cooperación. Solo parece necesitarse para lograr objetivo tan ambicioso el apoyo decidido de los poderes públicos, en primer lugar para incrementar sustancialmente los puestos de trabajo. No obstante, lo dicho quedará en meras palabras triunfalistas y deseos estériles, si nuestros investigadores y tecnólogos bajasen la guardia en su preparación continua y en la búsqueda de calidad contrastada en todo lo que hagan, o malgastasen su energía en peleas de taifas. O, si olvidásemos, además, que todo grupo de investigación que quiera ser de verdad competitivo tiene que entender que los mejores, siempre, están por venir y que hay que dejarles sitio, venciendo las confortables y dañinas endogamias. En definitiva, que sólo con buena gente se pueden hacer, a la larga, buenas cosas.

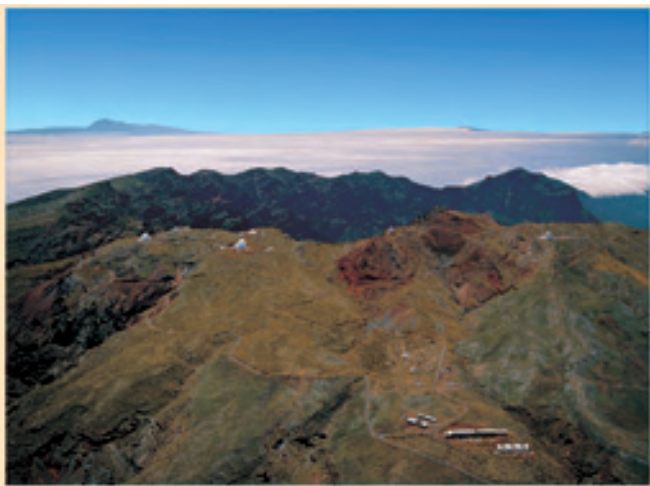


Figura 10. Vista aérea del Observatorio del Roque de los Muchachos (Garafía, La Palma).

**Francisco Sánchez**  
Director del IAC. La Laguna

## LIBROS Y PUBLICACIONES RECIBIDOS

- **Guía Celeste de David Levy.** Cambridge University Press. 2001. 407 pp.
- **Atlas fotográfico de la Luna.** S.M. Chong, Albert C.H. Lim, P.S. Ang. Cambridge University Press. 2003. 149 pp.
- **Localization & Energy Transfer in Nonlinear Systems.** Luis Vázquez, Robert S. Ma-ckay, María Paz Zorzano. World Scientific. 2003. 351 pp.
- **Revista Cubana de Física.** Vol. 18 nº 2, 2001.
- **Physics Today.** Vol. 56, nº 4. Abril 2003.
- **Progress of Theoretical Physics.** Vol. 109, nº 2. Febrero 2003.
- **Spin Cero.** Cuadernos de Ciencias. Nº 7. 2003.
- **Revista Cubana de Física.** Sociedad Cubana de Física. Vol. 19, nº 1. 2003.
- **Ibérica Actualidad Tecnológica.** Año 84. nº 463. Mayo 2003.
- **Boletín Instituto Español de Oceanografía.** Vol. 18, nº 1-4. 2002.
- **Journal of the Korean Physical Society.** Vol. 42, nº 4. Abril 2003.
- **Nuclear España.** Revista de la Sociedad Nuclear Española. Nº 228. Marzo 2003.
- **The European Physical Journal B.** Vol. 32 nº 4. 2003