

# PARALAJES

nº 1 2024

La revista del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

el **CIELO** de La Palma  
y su protección

historia de  
un **OBSERVATORIO**

los **PALMEROS**  
y la Astrofísica

**TELESCOPIOS**  
en el Roque de los Muchachos

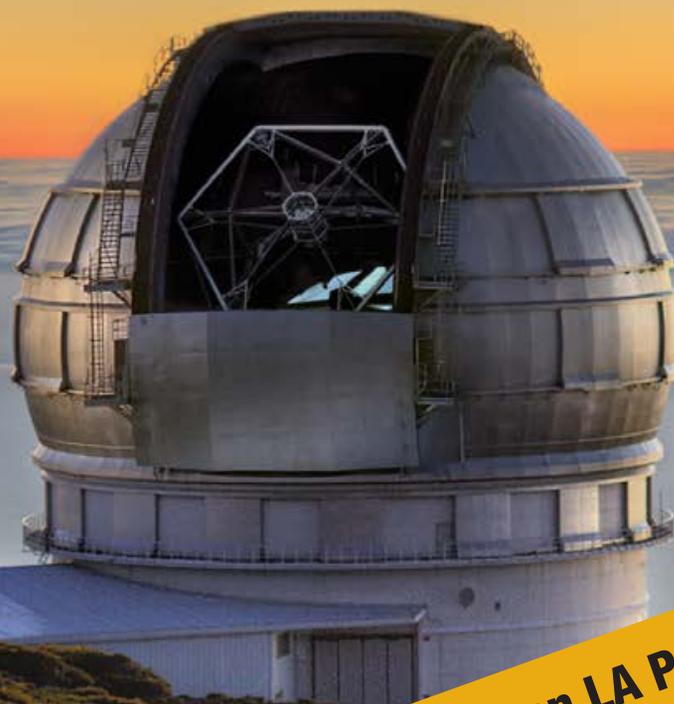
grandes hitos  
del **ORM**

**PROYECTOS** educativos  
y de divulgación

**ARTE**  
en la cumbre palmera

**VISITANTES**  
de altura

un **VOLCÁN**  
para recordar



**La Astrofísica en LA PALMA**



Composición de imagen en falso color de la isla canaria de La Palma, obtenida por el satélite del IAC ALISIO-1. Se destacan en tonos rojizos las zonas más húmedas. © IACTEC-Espacio

# PARALAJES

nº 1 2024

*Paralajes* es una publicación editada por la Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3) del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

**Dirección:** Rafael Rebolo.

**Coordinación y redacción:** Carmen del Puerto, Verónica Martín y Ángel Gómez Roldán.

**Colaboradores:** Pedro Álvarez, Gloria Andreuzzi, Asier Antona, Joaquín Arce, Marc Balcells, Matteus Badlik, Mary Barreto, John Beckman, Juan Antonio Belmonte, Antonio L. Cabrera Lavers, Juan Calvo, Gotzon Cañada, Julio A. Castro Almazán, Nieves Castro Rodríguez, Patricia Chinchilla, Manuel Collados, Christopher Cooperwheat, Romano Corradi, Luis Cuesta, Susana Delgado Marante, Juan José Díaz, Ubay Dorta, Anlaug Amanda Djupvik, Miguel Ángel Fuentes Ávila, Aaron García Botín, Kevin García Díaz, Emilio García, Ramón García López, Carmen García de Sola, Adriano Ghedina, Jorge Gmelch, Alejandra Goded, Antonio González, Nieves González, Ignacio González Martínez-Pais, Ricardo Hernández Bravo, Anton Hosinsky, Garik Israelian, Iván Jiménez, Julia de León, Nira Lliarena, Elsa López, Daniel López, Ana Lozano, Juan Manuel Martín Pérez, Manel Martínez, Nicolás Melini, Javier Méndez Álvarez, Casiana Muñoz Tuñón, Álex Oscoz, Juan Crispo Perdomo, Carlos Sicilia, Germán Pescador, Ennio Poretti, Saskia Prins, Cristina Ramos Almeida, Benito Rodríguez, Anelio Rodríguez Concepción, Nayra Rodríguez Eugenio, Sergio Rodríguez, Vicente Rodríguez, Alfred Rosenberg, Alejandra Rueda, Francisco Sánchez Martínez, José Ángel Sánchez Rodríguez, Carmen Rosa Santos, Göran Scharmer, Anselmo Sosa, Conny Spelbrink, Iain Steele, Hristo Stoev, Antonio Tabares, Antonia M. Varela, Nieves Villoslada, más los participantes en la campaña “TMT La Palma, yo sí quiero”.

**Fotografías y composiciones artísticas:** Inés Bonet, Pablo Bonet, Miguel Briganty, Luis Cuesta, Antonio González, Lara Infante, Daniel López, Pablo López, Elena Mora, Gabriel Pérez, Giovanni Tessicini. También Equipo GTC, ING, Dalda, Agrupación Astronómica Palmera (AAP), STARMUS y autores.

**Diseño y maquetación:** Carmen del Puerto.

**Administración:** Elena González Álvarez, Ana Quevedo, Lucía M. Vera de la Rosa y el personal de la Administración de Servicios Generales del IAC.

**Portada:** Imagen del GTC. © Pablo Bonet/IAC

**Contraportada:** Tajinastes rosados (*Echium wildpretii subsp trichosiphon*), especie endémica de La Palma, bajo la Vía Láctea. © Antonio González (Cielos-LaPalma.es)

Al término de la edición de este número de *Paralajes* (julio 2024), se producía un relevo en la Dirección del IAC y tomaba posesión el astrofísico **Valentín Martínez Pillet** como nuevo director del centro.

**Depósito Legal:** TF 440-2024

**ISSN:** 2444-8990

# ÍNDICE

**5 EDITORIAL:** La Astrofísica en La Palma, el beneficio de la simbiosis. RAFAEL REBOLO

**6 El reto de gestionar un observatorio astrofísico internacional.** CASIANA MUÑOZ TUÑÓN

**8 La isla de La Palma y el IAC, un vínculo histórico y científico.** SERGIO RODRÍGUEZ

**10 El Observatorio del Roque de los Muchachos, Garafía, Puntagorda, Breña Baja y Santa Cruz de La Palma**  
JOSÉ ÁNGEL SÁNCHEZ, VICENTE RODRÍGUEZ, BORJA PÉREZ SICILIA y ASIER ANTONA

**12 Cuando el Universo era su isla.** Astronomía y cultura en Benahoare. JUAN ANTONIO BELMONTE et al.

**18 La brisa que acaricia el Roque.** JULIO A. CASTRO-ALMAZÁN y Equipo de Calidad del Cielo

**22 Prospecciones astronómicas en La Palma**

**24 Un vistazo a las cumbres de La Palma.** FRANCISCO SÁNCHEZ

**25 Los orígenes del IAC**

**25 La carretera del ORM**

**26 Benahoare, la Torre Solar Alemana que se instaló en el Roque**

**27 Acuerdos internacionales de Astrofísica**

**28 Inauguraciones solemnes de los Observatorios de Canarias y de la Sede Central del IAC**

**30 Otras inauguraciones y actos oficiales en telescopios de La Palma**

**34 CALP “Francisco Sánchez”**

**36 FRANCISCO SÁNCHEZ:** “Con el CALP, La Palma tiene una ocasión excepcional para convertirse en un ‘Silicon Valley’”

**38 La Ley del Cielo.** FEDERICO DE LA PAZ y FRANCISCO JAVIER DÍAZ CASTRO

**42 “Protege tu cielo”. Celebración del 30 Aniversario de la Ley del Cielo**

**43 La inspiradora belleza del cielo nocturno.** FEDERICO DE LA PAZ

**44 La noche que la isla canaria de La Palma se quedó a oscuras.** MARÍA VICTORIA HERNÁNDEZ

**45 El paso del cometa Halley y Apogones en La Palma**

**46 Declaración Starlight**

**48 “Preserving the Skies”**

**50 “Dark and Quiet Skies”. CASIANA MUÑOZ TUÑÓN**

**52 El astroturismo en La Palma.** ANTONIA M. VARELA PÉREZ

**55 Stars Island La Palma**

**56 JUAN CARLOS PÉREZ ARENCIBIA:** “El ORM, una cooperación internacional científica de éxito”

**60 EMILIO GARCÍA:** “La Administración del ORM, al servicio de la ciencia y la sociedad palmera”

**64 MARY BARRETO.** La palmera que administró un observatorio astrofísico en los ochenta

**67 NIEVES CASTRO.** La niña que contemplaba las estrellas desde el patio de su casa

**70 ANTONIO CABRERA.** El niño que eligió trabajar en el telescopio más grande del mundo

**72 JOSÉ ACOSTA.** Un palmero, astrofísico propio de la Comunidad Autónoma de Canarias

**74 JULIA DE LEÓN.** La experta en cometas y asteroides que decidió vivir en La Palma

**76 ALEXANDRE VAZDEKIS.** El niño de Los Llanos de Aridane impresionando por la transparencia del cielo de su isla

**78 CRISTINA RAMOS ALMEIDA.** La alumna que fue de excursión al Roque y se hizo astrónoma

**81 SUSANA DELGADO MARANTE.** Una ingeniera de San Andrés y Sauces, testigo de la evolución informática del IAC

**82 ANA LOZANO.** La administrativa palmera que se emociona viendo cómo cambia el paisaje del Roque en cada estación

**83 JOAQUÍN ARCE, JORGE GMELCH, ADELTO HERNÁNDEZ, JORGE ORTEGA, AYTHAMI PEÑATE y ALFREDO PÉREZ.** Los que “mantienen” el Observatorio, quitan la nieve y apagan incendios

**84 ANTONIO GONZÁLEZ.** De astrónomo aficionado a cumplir sus sueños

**87 JUAN MANUEL MARTÍN PÉREZ.** Un técnico en el IAC criado a la sombra de pinos, brezos y tagasastes del silvestre monte de Barlovento

**88 CARLOS PÉREZ:** “El Observatorio del Roque pone a La Palma en el mapa”

**89 LIONEL PÉREZ.** El chófer de las “estrellas” o un chófer de altura

**90 JUAN CRISPO PERDOMO:** “La Palma tiene un nombre gracias al Observatorio”

**92 NIEVES GONZÁLEZ:** “Trabajar en el Observatorio del Roque de los Muchachos fue un gran regalo de la vida”

**94 LEO PÉREZ MACHÍN:** “El Observatorio es una de las mejores cosas que le ha pasado a La Palma”.

**96 GTC,** el mayor telescopio óptico e infrarrojo del mundo

**98 PEDRO ÁLVAREZ:** “El GRANTECAN es un ‘éxito de país’, un producto canario y una infraestructura palmera ejemplar”

**102 ROMANO CORRADI:** “La nueva instrumentación que se desarrollará de aquí a 2030 mantendrá la competitividad de Grantecan durante años”

**104 GERMÁN PESCADOR:** “El transporte de la cúpula del GTC por la carretera LP4, que va desde Micra hasta el ORM, fue un reto logístico”

**105 JUAN CALVO:** “Trabajar en La Palma como jefe de Mantenimiento del GTC supuso, sin duda, la etapa más satisfactoria de mi vida profesional”

**106 Los telescopios del ING.** JAVIER MÉNDEZ y MARC BALCELLS

-INT, telescopio Isaac Newton

-WHT, telescopio William Herschel

-JKT, telescopio Jacobus Kapteyn

-WEAVE: un potente espectrógrafo multifibra de última generación para el WHT

**114 TNG,** un gran telescopio italiano. GLORIA ANDREUZZI, HRISTO STOEV, ADRIANO GHEDINA y ENNIO PORETTI

**118 NOT,** 35 años de un gran telescopio nórdico. THOMAS AUGUSTEIJN

**122 SST,** un gran telescopio solar sueco. JORRIT LEENAARTS y GÖRAN SCHARMER

**126 MERCATOR,** un telescopio muy versátil.

**SASKIA PRINS**

**128 Telescopio LIVERPOOL,** la autonomía robótica. CHRIS M. COPPERWHEAT

**130 SUPERWASP.** Otros instrumentos. Monitor FRAM.

**131 GOTO.** Telescopio holandés DOT

**132 Telescopios de altas energías:**

-HEGRA y los orígenes de la Astrofísica de Partículas. VICTORIA FONSECA e IVÁN JIMÉNEZ

-FACT

-MAGIC I y II

-LST-1.

-PATRICIA MÁRQUEZ. Más de seis años de emociones y sueños cumplidos

**138 MANEL MARTÍNEZ:** “Con MAGIC se ha podido hacer la magia de estudiar el Universo en un rango de energía que permanecía inexplorado”

**140 La red de telescopios CTA en el hemisferio Norte.** RAMÓN GARCÍA LÓPEZ

**141 CTAO.** El mayor observatorio de rayos gamma. ALBA GARCÍA LÓPEZ

**142 EST,** el Telescopio Solar Europeo. MANUEL COLLADOS

**146 NRT,** el mayor telescopio robótico del mundo. ALEJANDRA GODED y CARLOS GUTIÉRREZ

**148 TMT,** ¿Hawái o La Palma?

-Telescopio de Treinta Metros

-Informe sobre el impacto socio-económico del TMT en La Palma

-Declaraciones institucionales y testimonios a favor del TMT

**160 Grandes hitos del ORM.** ÁNGEL GÓMEZ

**168 El Superordenador “LAPALMA”.** Servicios Informáticos (SI) del IAC

**170 Reuniones y congresos científicos en La Palma**

-La Palma, sede del primer “100xCiencia”

**174 Reuniones del Consejo Rector del IAC en La Palma**

**176 Proyectos educativos en La Palma:**

“Nuestros alumnos y el Roque de los Muchachos”, “PETeR: Proyecto Educativo con Telescopios Robóticos”, “SolarLab”, “100 Lunas cuadradas”, “De Garafía a la Luna”, “La noche de las estrellas en Internet” y “Teleastronomía”

**180 Divulgación de la astrofísica en La Palma.** GOTZON CAÑADA

**181 Exposiciones y otras actividades de divulgación:** “Instrumentos astronómicos en la España medieval y su influencia en Europa”, “De Galileo al GALILEO”, “20 años de Astronomía en La Palma”, “¿Busca en La Palma la belleza del Universo”, “Cuando la Luna se esconde”, “¿Estamos solos en el Universo?”, “Un viaje especial”, “Tour astronómico”, “COSMOCOLOR”, “¿Mira qué Luna!”, “COSMOVISIONES:

Una esférica visión del Cosmos”, “Curso Internacional de Astrofotografía del Cabildo de La Palma”, “La vuelta al mundo en 80 telescopios”, “Sorpresas del Cosmos”, “El IAC: desde su origen al Gran Telescopio CANARIAS”, “Sueñan los títeres con el Cosmos”, “Luces del Universo: 30 años de los Observatorios de

Canarias”, “Mujeres para una Isla de estrellas”, “FEDER, mirando al cielo”, “Minifería de la Ciencia y la Innovación”, Proyecto “AMANAR: bajo el mismo cielo”, “Encuentro de Mujeres en Astronomía” y “Habla con ellas”

**200 ASTROFEST** La Palma

**201 La “meca” de la Astrofotografía.** DANIEL LÓPEZ

**202 Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos**

**204 Museo de la Historia de la Astronomía en La Palma.** Telescopio Circulo Meridiano CARLSBEG y KVA, Telescopio Estelar Sueco

**206 Visitar el ORM.** Especial para Garafía

**208 El Roque y La Palma en los medios**

**210 La Agrupación Astronómica Palmera Isla de La Palma (AAP)**

**211 Oficinas de Turismo en Garafía**

**212 Visitantes de altura:** El Rey, en el ORM, Premios Nobel de Física (Hannes Alfvén, Subrahmanyan Chandrasekhar, Antony Hewish, Robert Wilson, Charles Townes, Rudolf Mössbauer, Reinhard Genzel, Kip Thorne, Sanael Ting, John Mather, George Smoot, Anton Zeilinger, Michel Mayor, Didier Queloz, Roger Penrose y Takaaki Kajita), Severo Ochoa, Margaret Burbidge, Paul Murdin, Martin Rees y Anatole Karpov.

**222 STARMUS.** Mesas redondas en el GTC. 108 minutos de viaje espacial bajo el Gran Telescopio Canarias

**226 El Paseo Estrellas de la Ciencia (Stephen Hawking, Takaaki Kajita, Samuel C.C. Ting y Jocelyn Bell).** ANTONIO GONZÁLEZ

**232 “En un lugar del Universo...”:** -MARIO VARGAS LLOSA: “Hay que acercar la Literatura a las estrellas”

-ELSA LÓPEZ: “Amada y las estrellas”

-NICOLÁS MELINI: “El roque y los muchachos”

-ANTONIO TABARES: “Mare Tranquillitatis”

-ANELIO RODRÍGUEZ CONCEPCIÓN: “Si la altitud de nuestra isla favorece la investigación astrofísica, ¿por qué vamos a negarnos a participar en esa gran aventura?”

-RICARDO HERNÁNDEZ BRAVO: “...donde la luz imanta ojos...”

**244 Festival Hispanoamericano de Escritores de La Palma.** Mesas redondas en Los Llanos de Aridane

**248 Arte en el Roque**

**254 La Astrofísica: una oportunidad para un nuevo modelo económico.** JUAN JOSÉ DÍAZ HERNÁNDEZ

**256 Ecosistema del I+D+i en La Palma: el rol catalizador de la Astrofísica.** ANSELMO SOSA

**258 Medioambiente y Sostenibilidad.** IGNACIO GONZÁLEZ MARTÍNEZ-PAIS

**259 Naturaleza canaria en 42 espejos de La Palma**

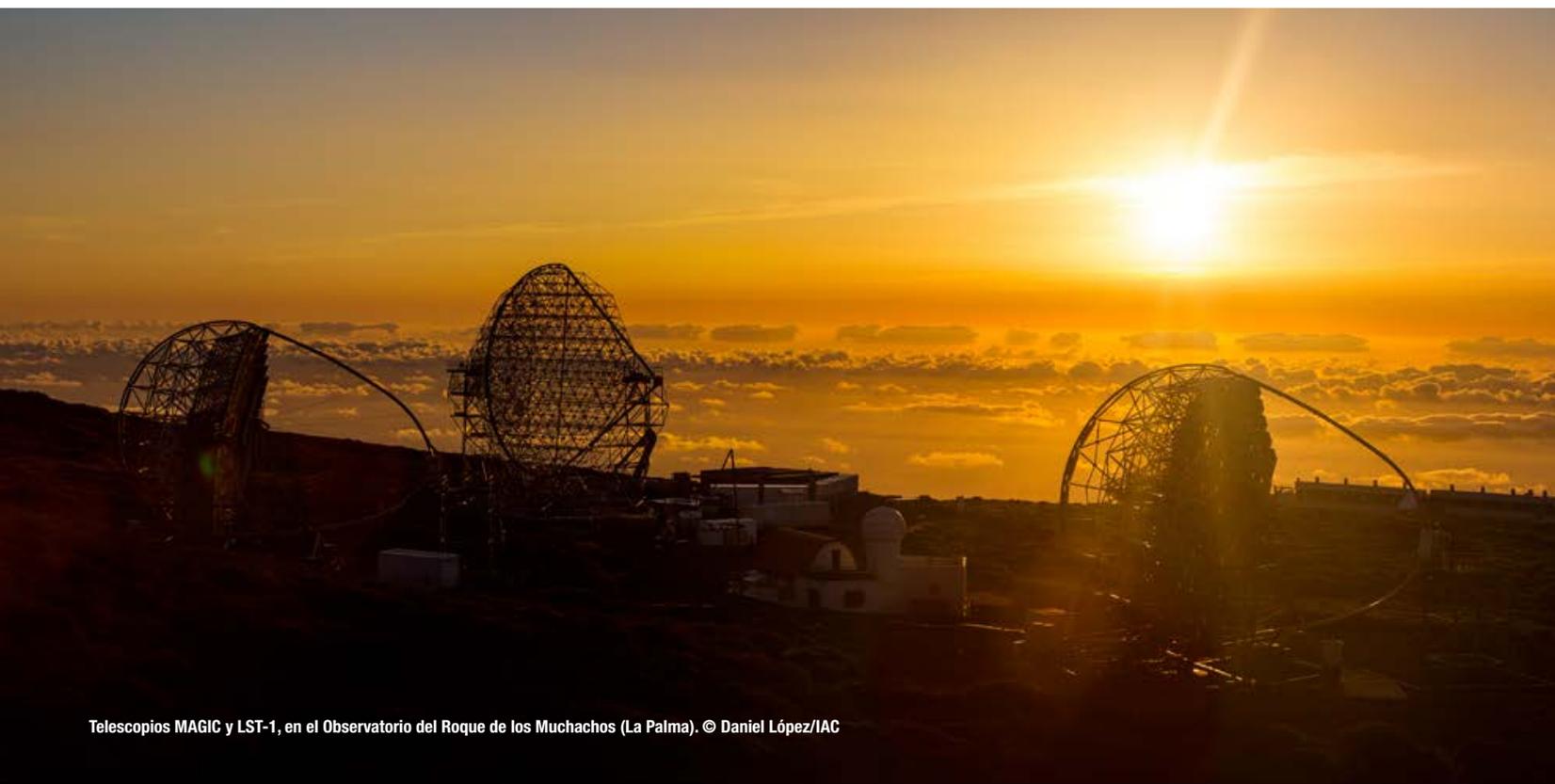
**260 La erupción volcánica de Tajogaite desde el ORM.** JULIO A. CASTRO-ALMAZÁN y JUAN CARLOS PÉREZ ARENCIBIA

**263 DRAGO y el volcán de Cumbre Vieja.** Equipo IACTEC-Espacio

**264 PERSONAL.** Otras fotos y testimonios para el recuerdo. In memoriam



Panorámica del Gran Telescopio Canarias, en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). © Pablo Bonet (IAC)



Telescopios MAGIC y LST-1, en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). © Daniel López/IAC

## EDITORIAL

# La Astrofísica en La Palma, el beneficio de la simbiosis

Como muestra este número de *Paralajes* tan gráficamente, el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) y la isla de La Palma llevan más de cuatro décadas colaborando y beneficiándose mutuamente. Al menos, desde que en 1979 se firmaran los primeros acuerdos internacionales que permitían la creación de esta infraestructura científica singular en las cumbres palmeras y a la que en 2005 se añadió una sede del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) en La Palma, recientemente renombrada CALP “Francisco Sánchez”, en honor de nuestro director fundador.

Ha sido esta una simbiosis al servicio del avance de la Astrofísica -ciencia que siempre estará en deuda con La Palma-, pero que igualmente ha supuesto grandes ventajas socioeconómicas y culturales para la Isla. Sin capitalizar lo que la Isla Bonita tiene por sí misma, y que permite que pueda existir el ORM, el reconocimiento debe darse en las dos direcciones.

En el pasado, la presencia del ORM en La Palma indujo a la creación y desarrollo de nuevas infraestructuras, como la construcción de la carretera dorsal, una vieja aspiración palmera y que se hizo por necesidad del Observatorio. Hoy, eje de comunicación por la cumbre con un alto interés turístico. También, se instalaron y se fueron potenciando telecomunicaciones de última generación (fibra óptica submarina, comunicación digital, superordenador LaPalma...). Se cerró el anillo eléctrico que garantizaba la calidad del suministro de electricidad. Además de crear en la actualidad más de 200 puestos de trabajo directos en la Isla, las instituciones científicas con telescopios en el Roque contribuyen económicamente cumpliendo con los impuestos municipales correspondientes.

La Palma es un lugar del Atlántico muy especial, a la vanguardia de la cultura científica y técnica. La existencia en ella del ORM no sólo le confiere prestigio, sino que además refuerza las señas de identidad de los palmeros. Ha logrado reputación mundial que la singulariza por la extraordinaria calidad de su cielo, protegida por Real-Decreto Ley. En La Palma precisamente se celebró en 2007 la primera Conferencia Internacional Starlight, de la que surgió la Declaración de La Palma en Defensa

del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas. Se potenciaba así el cielo como un recurso cultural, científico y paisajístico, gracias al cual la Isla se posiciona hoy como uno de los mejores destinos especializados en Astroturismo.

Referencias a La Palma son frecuentes en los medios de comunicación nacionales e internacionales, gracias a sus magníficos telescopios y a los descubrimientos científicos del Observatorio desde su creación. Por ejemplo, se detectó el cuásar más brillante de entonces, cuya luz se emitió tan solo mil millones de años después del Big Bang, teoría que se vio reforzada con la detección, también desde La Palma, de ciertos elementos químicos ligeros -como el litio- en estrellas muy antiguas de nuestra galaxia. En 1992 se confirmó con medidas dinámicas desde el ORM la existencia del primer agujero negro. Se hallaron las contrapartidas ópticas de los estallidos de rayos gamma. Y los telescopios palmeros participaron en el descubrimiento de la expansión acelerada del Universo, hito que posteriormente fue objeto de un Premio Nobel, y también en las medidas más avanzadas de entrelazamiento cuántico que merecerían en 2022 otro Premio Nobel. El ORM es una ventana abierta al Universo, desde donde es posible observar tanto los brazos de una galaxia espiral cercana con gran detalle como los objetos de más difícil detección, bien por su distancia, bien por su baja luminosidad. Entre estos últimos están las enanas marrones y, especialmente, los planetas extrasolares, que tanto interés social despiertan por la posibilidad de que alberguen vida. Asimismo, se han obtenido desde La Palma imágenes del Sol con alta resolución espacial, mejores incluso que las conseguidas desde el espacio, además de hacerse el seguimiento de célebres tránsitos o de renombrados cometas y otros cuerpos menores del Sistema Solar.

La Palma y su Observatorio han recibido visitas de numerosas personalidades, desde varios jefes de Estado a decenas de premios nobel. Como anécdota señalemos que la Isla ingresó en el Libro Guinness de los Récords por la solemne inauguración del ORM y por el número de telescopios en su territorio que han atraído desde músicos famosos a estrellas de cine.

Albergar el Gran Telescopio Canarias (GTC), el mayor telescopio óptico e infrarrojo del mundo, es un reclamo importante. Como esperamos que también lo sea la Red de Telescopios Cherenkov (CTA), el Telescopio Solar Europeo (EST), el New Robotic Telescope (NRT) y, si finalmente optara por venir a La Palma, el Telescopio de Treinta Metros (TMT).

Miles de personas -desde participantes en congresos a público general- quieren conocer esta instrumentación de alta tecnología, auténticas máquinas del tiempo que nos informan del Universo en que vivimos. Ahora, además, la Palma dispone del magnífico Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos y, próximamente, del Museo de la Historia de la Astronomía en Garafía.

El compromiso sincero que el IAC, acreditado por el Gobierno español en el ámbito de la investigación científica como uno de los primeros “Centros de Excelencia Severo Ochoa” de nuestro país, y las demás instituciones presentes en el ORM es el de compensar a La Palma en todo lo que esté en su mano, trabajando estrechamente con los representantes políticos y con el conjunto de los palmeros por un futuro beneficioso en todos los sentidos para la isla que nos acoge, que siempre nos ha apoyado y que tanto aporta al progreso de la ciencia. Hasta ahora, lo hemos hecho -lo verán reflejado en esta revista- y seguiremos haciéndolo aún con mayor ilusión en el futuro con nuestra clara apuesta por los mejores instrumentos para hacer la mejor ciencia.



RAFAEL REBOLO  
Director del IAC

# El reto de gestionar un observatorio astrofísico internacional

El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) es uno de los centros de investigación más importantes de nuestro país. Es muy diverso y particularmente complejo porque gestiona dos de los mejores observatorios internacionales del mundo, los Observatorios de Canarias (OCAN): el del Teide (OT), en Tenerife, y el del Roque de los Muchachos (ORM), en La Palma. Los OCAN son la mayor infraestructura científica para observaciones astrofísicas de la Unión Europea. Organizar su funcionamiento, apoyar su administración y coordinar un trabajo que implica a la administración local en las Islas, los gobiernos autonómicos y nacional y organismos internacionales, es una labor interesante, fundamental y nada sencilla. Desde los Observatorios se administran las instalaciones astronómicas y se fomentan las

relaciones con la comunidad científica nacional e internacional de países de todo el mundo, que instalan sus telescopios en las cumbres de Canarias mediante acuerdos internacionales. La coordinación se hace a través del **Comité Científico Internacional (CCI)**, en el que todos los países participan. En virtud de los Acuerdos Internacionales de Astrofísica firmados en 1979 por las instituciones propietarias de los telescopios, a España le corresponde un 20% de tiempo de observación en cada uno de ellos, más un 5% en proyectos de colaboración internacional. Este tiempo de uso para la comunidad española se decide en la **Comisión de Asignación de Tiempos (CAT)**, integrado por astrofísicos expertos de institutos, universidades y centros de investigación nacionales e internacionales.

El modelo de funcionamiento de los OCAN fue muy innovador y ha potenciado el desarrollo de la Astronomía en Canarias y en España. El éxito de esta gran empresa colectiva, como sucede en otros ámbitos de la vida, depende, y mucho, de la calidad profesional y humana de las personas. Y en los Observatorios, tenemos grandes profesionales y mejores personas.

En el pasado, los Observatorios dependían de la Administración del IAC y desde aquí quisiera agradecer a uno de los pioneros, **Rafael Aray de la Rosa** por su trabajo durante tantos años en los que definió el estilo de eficiencia, amabilidad y colaboración que aún hoy imperan. Mi predecesor, y primer subdirector, **Carlos Martínez Roger**, hizo muchas cosas, muchísimas, por nuestro

centro. Y entre ellas, fue agrupando la organización de los Observatorios, que cada vez se hacía más compleja, bajo el paraguas de la Subdirección. Eso fue lo que me animó a optar al puesto cuando Carlos se jubiló, en 2018. La Subdirección del IAC pasó a ocuparse principalmente de los Observatorios y les aseguro que es una de las labores más satisfactorias de la gestión en el IAC. Desde la Subdirección he podido ahondar más y conocer mejor la vida en el ORM, en el CALP y en la isla de La Palma.

Actualmente, tanto el Observatorio del Roque de los Muchachos como el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP) "**Francisco Sánchez**", que honra a nuestro director fundador, dependen de la Subdirección del IAC, que también tiene a su cargo el Observatorio del Teide, los Servicios Informáticos Comunes, la Operación de las Instalaciones Telescópicas y el Mantenimiento Instrumental. En la Subdirección también se incluye a los estudiosos y cuidadores del Cielo, mi equipo de Caracterización de los Observatorios de Canarias y la Oficina Técnica de Protección del Cielo, que hacen un trabajo serio, riguroso y esencial para mantener la competitividad de los OCAN y atraer nuevas infraestructuras.

Desde su inauguración en 1985, el ORM ha tenido distintos administradores: **Antonio González Vasconcellos**, **Mary Barreto Cabrera**, **Ignacio Aldea Granda**, **Joaquín Montabés Vañó**, **Ricardo Rivero Pérez**, **Juan Carlos Pérez Arencibia** y, actualmente, **Emilio García García**. No obstante, permítanme destacar la labor de quien más tiempo ha permanecido en el cargo hasta su jubilación en 2022, el astrofísico **Juan Carlos Pérez Arencibia**. No hay palabras que hagan justicia a su entrega y especial dedicación. Se ha ganado el respeto y el cariño tanto del personal que trabaja en el Observatorio como de la sociedad palmera en su conjunto. Él ha continuado, y seguramente, mejorado el paradigma que no hay que perder, y es cuidar y potenciar excelentes relaciones con las instituciones científicas presentes en el ORM.

Los telescopios, su mejora, gestión y funcionamiento están desde hace tiempo en manos del equipo de Operaciones Telescópicas

que lidera con maestría **Álex Oscoz**. En la Unidad de Operaciones Telescópicas, todo el personal hace una labor admirable y, junto con Mantenimiento Instrumental, aseguran el correcto funcionamiento de los instrumentos, telescopios y experimentos astronómicos del IAC en los OCAN.

Astrofísicos, ingenieros y técnicos no son los únicos que se vinculan al ORM. El personal administrativo del ORM/CALP y del IAC, así como la Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3) de nuestro instituto y la Fundación Starlight, complementan los recursos necesarios que garantizan el buen funcionamiento de un observatorio internacional de prestigio, como es el del Roque de los Muchachos. También hay excelentes empresas de servicios y de atención a las visitas, que siempre en buena sintonía con las autoridades palmeras apoyan nuestra vocación de estar abiertos a la sociedad.

Hemos vivido tiempo complicados estos últimos años y los palmeros, mucho más aún. Quiero desde aquí expresarles mi más profundo respeto. En 2020 vivimos la pandemia y estuvimos tres meses en casa, casi todos. Digo casi todos porque desde el IAC se hizo lo imposible para que los Observatorios siguieran vivos. Se reforzó la operación a distancia. Nuestros Servicios informáticos, con **Carlos Martín** a la cabeza, consiguieron que pudiéramos hacerlo con los equipos y el software necesarios. Y nuestro personal de los Observatorios aseguró el cuidado y funcionamiento de los telescopios. Fueron nuestro particular "personal sanitario". Durante ese tiempo pude vivir un evento precioso. Gracias al Cabildo de La Palma y la Sinfónica de Tenerife, la música sonó en la cúpula del GTC. Un grupo pequeño, claro está, de músicos vestidos de concierto y con mascarilla, y dirigidos por **Víctor Pablo Pérez** tocaron la *Heroica* de Beethoven. Ellos también querían animarnos a todos a superar la crisis que asolaba al mundo. El evento, "Big Bang Beethoven" fue emocionante y nos dio un respiro de alegría.

Y como si la pandemia no hubiera sido bastante, en septiembre de 2021 estalló el volcán y sumió a la Isla en tristeza y desolación.

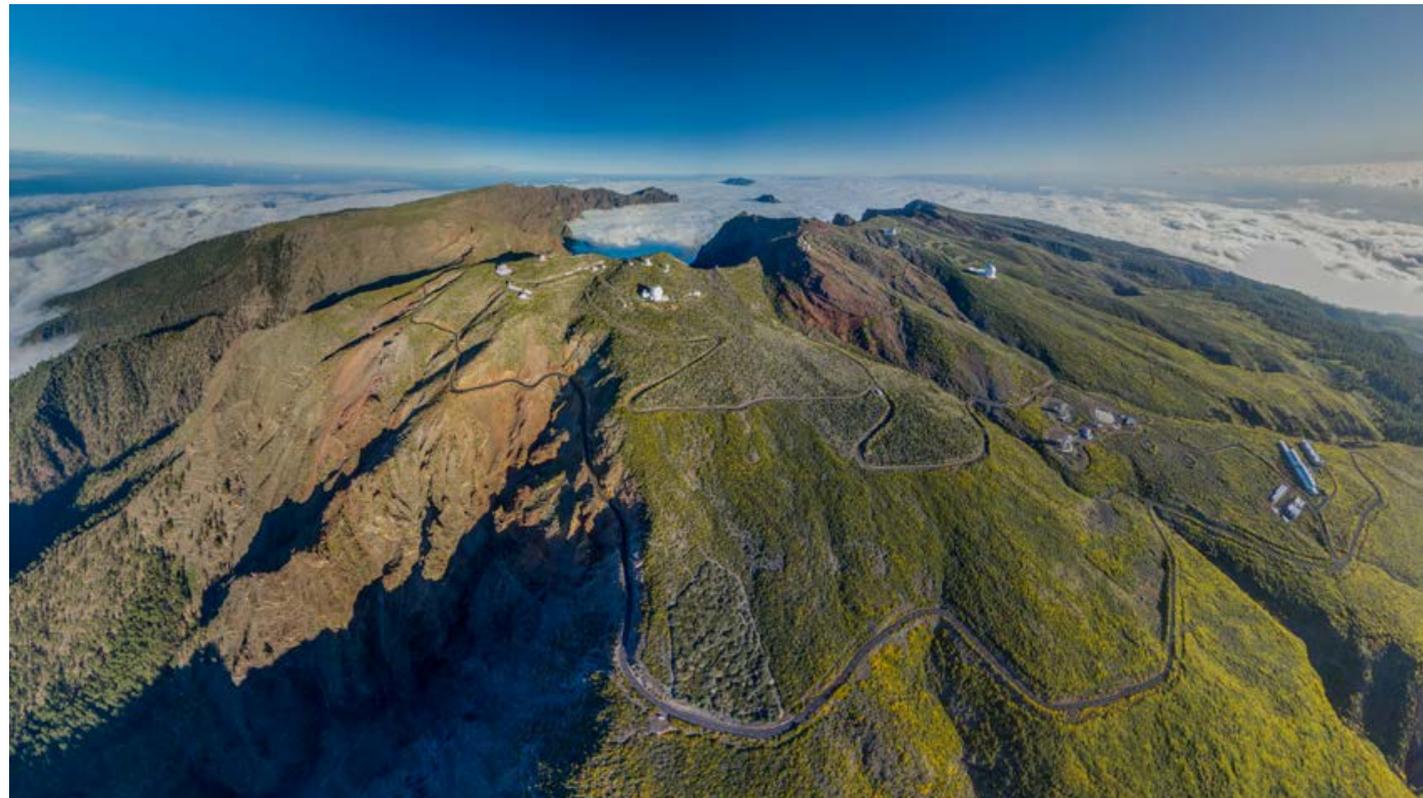
El volcán de Cumbre Vieja estuvo tres meses activo; lanzaba lava desde varias bocas, a veces, de modo suave, y otras, de forma abrupta y violenta. Todo ese tiempo se oía un ruido constante parecido al batir de las olas y de vez en cuando algún rugido; por la noche, el sonido del volcán lo llenaba todo. Al ponerse el sol, la lava brillaba y se veía un río rojo-naranja ardiente fluyendo hacia el mar y engullendo todo lo que encontraba a su paso: casas, huertos, bosques, historia, sueños... Durante la erupción vimos de qué madera estaban hechos los palmeros. Madera noble y resistente. Oír su testimonio y la entereza con la que lo contaban nos conmovió hasta las lágrimas. Fue ejemplar. Sin duda la experiencia más intensa de mi vida y desde aquí les transmito mi más profunda admiración.

Está claro que en este número de *Paralajes* "no están todos los que son, pero sí son todos los que están": personas vinculadas, de distinta manera a La Palma y a la Astrofísica, orgullosas de formar parte de tan heterogénea comunidad en torno a las estrellas. Como subdirectora, y también como responsable del equipo de Calidad del Cielo, les aseguro que continuaremos velando por la excelente calidad astronómica del cielo de La Palma, caracterizada en detalle y protegida por ley, la que hace de este observatorio una "reserva astronómica" sin igual. Solo así podremos avanzar y seguir presumiendo de Isla y de Observatorio.

CASIANA MUÑOZ TUÑÓN  
Subdirectora del IAC



Casiana Muñoz-Tuñón. © Samuel Sánchez/EL PAÍS.



Vista aérea del Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma. © David Rius y Nùria Tuca/ Getty Images/IAC

# La isla de La Palma y el IAC, un vínculo histórico y científico



El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y La Palma tienen una relación histórica y científica. Las condiciones de la Isla han propiciado que esa relación fuera más fácil.

Desde que el IAC se fundó en 1975, la vinculación con la isla de La Palma va más allá de ser simplemente una sede. Unos lazos indisolubles que se han visto reforzados en los últimos años con la ubicación de los mejores instrumentos de observación posible en nuestro territorio y también con la apertura del Centro de Visitantes, que acerca a la población y visitantes el trabajo que se realiza en las cumbres de La Palma.

Sin duda, la presencia del IAC en La Palma ha generado importantes beneficios para la Isla, como la creación de empleos, la dinamización de la economía local y la promoción del turismo científico. También

ha contribuido a la formación de jóvenes investigadores en astrofísica.

Es precisamente ese uno de los caminos por el que como Institución pública apostamos. La economía del conocimiento, caracterizada por la importancia que tiene el capital humano, la investigación y el desarrollo, la innovación y la tecnología.

Esa labor conjunta nos permite seguir trabajando en el desarrollo social y cultural de La Palma, participando al IAC como una entidad necesaria y arraigada en la Isla y su gente.

Por todo ello, la relación entre el IAC y la isla de La Palma es un ejemplo de colaboración exitosa entre ciencia y sociedad. La Isla ofrece un entorno único para la investigación astrofísica, mientras que el IAC contribuye al desarrollo científico, económico y social de La Palma.

Ahora, tras el volcán Tajogaite, esa relación se torna en mucho más importante. Como institución, desde el Cabildo trabajamos en las posibilidades que tenemos de crecimiento económico, siendo un pilar la vinculación de la ciencia a la economía, reforzando el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), aprovechando las instituciones vulcanológicas para que, de alguna manera, ese trabajo se quede en La Palma y también dejemos de mirar de espaldas al mar, para lo que trabajamos con la Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN). Todo ello sin olvidar a los

sectores fundamentales y motores económicos de La Palma, como son el turismo y el sector primario.

Es un trabajo en pos de la innovación como futuro para La Palma, con un enfoque que combina la implementación de tecnologías con el apoyo a las empresas locales y la captación de inversión innovadora.

En esa tarea seguirá siendo fundamental el IAC, potenciando el interés común de desarrollo de la astrofísica en La Palma, reconociendo su importancia en la economía y sociedad de la Isla y el compromiso de ambas instituciones con la ciencia y la tecnología. Pero también con la premisa de hacer accesible y participe a toda la ciudadanía de lo que ocurre y se descubre en las cumbres de la Isla.

Y es que la colaboración entre el IAC y el Cabildo palmero ha sido fundamental para el desarrollo de la astrofísica y del concepto de Isla que tenemos actualmente, permitiendo que La Palma se haya convertido en un referente mundial en esta disciplina científica.

La vinculación entre el IAC y el Cabildo de La Palma es un ejemplo de cómo la colaboración entre instituciones públicas también puede ser un factor clave para el desarrollo científico y tecnológico de una región.

SERGIO RODRÍGUEZ  
Presidente del Cabildo de La Palma

# El Observatorio del Roque de los Muchachos, Garafía, Puntagorda, Breña Baja y Santa Cruz de La Palma



Es para mí, como Alcalde de este gran municipio, la Villa de Garafía, un orgullo poder dedicar unas palabras reconociendo la gran labor de investigación científica dedicada al Universo que realiza el equipo humano del Instituto de Astrofísica de Canarias.

Hablar de la Villa de Garafía es hablar de un municipio con una

gran riqueza natural, reflejada en sus bellos paisajes, que podemos conocer a través de sus numerosos senderos. Es hablar igualmente de un pasado donde los aborígenes dejaron sus huellas en piedra, hoy parte de nuestro legado patrimonial. También es hablar de estrellas, de la gran calidad de su cielo y, cómo no, de ciencia, ya que albergamos el Observatorio Astrofísico del Roque de los Muchachos, de obligada visita por quienes quieran conocer los últimos descubrimientos en la observación del cielo nocturno y los detalles de los diferentes telescopios, recorrido que comienza en el Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos.

Quiero recordar estas palabras de Henry Ford, quien decía: "Si todos avanzamos juntos, el éxito llegará solo". Así que sigamos avanzando con paso firme en la protección del cielo nocturno, en la divulgación y en el progreso de la Astronomía, para que las generaciones futuras puedan seguir disfrutándolo y conocerlo con el mayor detalle posible. Un conocimiento que se reforzará sin duda a través del futuro Museo de la historia de la Astrofísica que se ubicará en nuestra capital, Santo Domingo.

Un cordial saludo,

JOSÉ ÁNGEL SÁNCHEZ RODRÍGUEZ  
Alcalde de la Villa de Garafía



El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) es un referente y un agente esencial para la dinamización de la economía palmera y, en concreto, para Puntagorda. Y el Observatorio del Roque de los Muchachos, en nuestra isla, uno de los mejores del mundo. Gracias al personal de todas las áreas de la Astrofísica que trabaja y ha trabajado en este observatorio y en el Centro de Astrofísica de La Palma, varias generaciones hemos convivido mirando al cielo con una perspectiva científica, pero también desde una óptica cultural y medioambiental.

Debemos conseguir que las estrellas

también sean uno de los atractivos de La Palma para miles de aficionados a la astronomía del mundo. Todo ello nos ayudara tanto al conjunto de la Isla en el crecimiento turístico como a entender los esfuerzos de la población para mantener la calidad de nuestro cielo. En Puntagorda somos muy conscientes de que tenemos uno de los mejores cielos del planeta y lo conservamos cumpliendo la Ley del Cielo. Además, hemos dado apoyo en todas sus necesidades. La ciudadanía de mi municipio se ha sentido cercana y ha colaborado con el IAC desde sus inicios. En los años 70, no podíamos soñar que las autoridades más relevantes de todo el mundo y tantos premios nobel visitarían nuestra isla. Hoy en día, gracias a este centro, esto ha sido una realidad.

La convivencia con uno de los centros de excelencia científica mundial ha pasado por muchos momentos en todos estos años en los que hemos tenido que aprender a entendernos. Lo hemos logrado y hoy convivimos con armonía y orgullo. Juntos, luchamos por los proyectos de presente y de futuro de este observatorio líder desde el que comprender mejor los secretos del Universo.

Como alcalde de Puntagorda, es un honor poder contribuir al fortalecimiento del Observatorio del Roque de los Muchachos, que el año próximo cumple 40 años. Seguiremos con este impulso y con esta colaboración mirando al cielo desde nuestro hermoso municipio. El IAC, como científicos, y nosotros, como ciudadanía orgullosa de la naturaleza que está bajo nuestros pies y sobre nuestras cabezas.

VICENTE RODRÍGUEZ LORENZO  
Alcalde de Puntagorda



Breña Baja tiene un inequívoco compromiso con la protección y la admiración de su cielo. Hemos entendido que se trata de un recurso de incalculable valor. Tanto por el conocimiento científico que de él emana como por su capacidad para fomentar un turismo sostenible.

El Observatorio Astrofísico del Roque de los Muchachos es un referente científico e identitario para palmeros y palmeras. A los ojos del mundo entero, La Palma emerge bajo el cielo más bonito del planeta.

A las administraciones públicas y al propio IAC nos compete facilitar que ese conocimiento y esa identidad se extienda hacia su ciudadanía. Que todo vecino o vecina sienta suya la protección del cielo oscuro. Para Breña Baja es un orgullo contribuir a abrir pequeñas ventanas al Universo desde su territorio, albergando el Centro de Astrofísica de La Palma en el entorno de San Antonio.

Desde esa convicción, el Ayuntamiento de Breña Baja lleva años trabajando junto a la Reserva de la Biosfera y el IAC en la renovación de las luminarias del municipio, respetando de modo exquisito lo estipulado en la Ley del Cielo.

También la esfera turística, clave para Breña Baja, principal bolsa de camas hoteleras de La Palma, se nutre de esta cultura de la protección del cielo. Recursos como el Mirador Astronómico del Llano de las Ventas, perteneciente a la red insular, el Museo Ojos al Cielo o diversas actividades y empresas de observación astronómica, son buena muestra de ello.

BORJA PÉREZ SICILIA  
Alcalde de Breña Baja



Cada día, miles de palmeros y palmeras tenemos la oportunidad de mirar de forma cristalina al Universo. Cada noche se abre una ventana al infinito para observar millones de estrellas y constelaciones que, en cualquier otro punto del planeta, apenas serían perceptibles. Es un privilegio de la naturaleza formar parte del Cosmos del que aún

tanto nos queda por descubrir; una especie de suerte y que, desde la responsabilidad de quienes tenemos que gestionar y desarrollar políticas en el día a día, hemos aplicado -y también cumplimos- con una normativa que lo protege desde el 31 de octubre de 1988 con la conocida "Ley de Protección del Cielo".

El IAC es una institución que ha situado a la astrofísica en la vanguardia de la investigación científica. La Palma tiene la fortuna de contar con el Observatorio del Roque de los Muchachos y allí, entre tantas instalaciones que ejercen como llaves de conocimiento, se encuentra el Gran Telescopio Canarias (GTC), dirigido por **Romano Corradi**, donde se ubica el telescopio óptico-infrarrojo mayor y más avanzado del presente.

Como institución, no podemos sentirnos más orgullosos de la labor que a diario realiza un gran equipo técnico y de profesionales en el IAC, que han sabido ubicar en el mapa mundial a La Palma y, también, a Santa Cruz de La Palma.

Conscientes de la importancia de la colaboración, desde el Ayuntamiento de Santa Cruz de La Palma hemos estrechado lazos para que arte y ciencia sigan caminos conjuntos a través de las dos ediciones del Festival de las Artes Visuales y Escénicas (FAVE), donde el GTC ha participado estrechamente con innovadoras instalaciones para mostrar la belleza de la luz y del Universo.

ASIER ANTONA  
Alcalde de Santa Cruz de La Palma

# Cuando el Universo era su isla

## Astronomía y cultura en Benahoare

*Tenían gran cuenta con los días, por las lunas, a quien tenían en gran veneración.*

De esta guisa menciona el cronista Abreu Galindo la forma de computar el tiempo de la población aborígen de la isla de La Palma, a la que sus habitantes llamaban Benahoare. Con los trabajos de varios equipos de arqueólogos, con el de Jorge Pais, el conocimiento sobre la Prehistoria de La Palma ha dado un salto cualitativo importante en estos últimos años. Sus contribuciones nos han revelado un mundo de las ideas muy complejo, reflejado sobre todo en la cerámica y en el arte parietal, siendo este último uno de los conjuntos de arte rupestre más ricos y emblemáticos de España, y sin duda el más elaborado del Archipiélago Canario. Esta mina de información se ha venido a sumar a las escasas noticias recogidas en las crónicas que ya desde tiempos anteriores a la conquista nos informaban de que los habitantes de las islas realengas (Tenerife, La Palma y Gran Canaria), *...no poseen ninguna fe, adorando, por el contrario, algunos el Sol, otros la Luna y otros planetas, teniendo nueve formas de idolatría.*

El arte rupestre de La Palma parece mostrar indicios de la importancia de esos cultos astrales, aunque la simbología exacta de los petroglifos aún se nos escapa a pesar de los esfuerzos dedicados a ello. La Luna, en particular, pareció revestir un carácter especial para los antiguos palmeros, siendo posiblemente una de sus divinidades principales junto al dios celeste por excelencia, Abora. Tras la conquista y colonización de la Isla a finales del siglo XV, es posible que, como en otros muchos lugares, el dios lunar acabase relegado al papel de demonio en el culto cristiano, lo que en su día nos atrevimos a proponer a modo de hipótesis pues estas gentes: *... Eran idolatras, porque adoraban al demonio en forma de perro, a quien llamaban Hanguanran (Iruen, en Abreu Galindo), y decían que este moraba en el cielo, al que decían Tigotan, y en tierra, en la cumbre de las montañas llamadas Tedote, y encima de ésta hacían sus sacrificios de leche y manteca...* (Leonardo Torriani, h. 1594). De hecho, hay un colectivo en La Palma que lleva a cabo estudios de astronomía cultural, con enfoques atrevidos, unas veces con mayor fortuna, otras con menos, que ha tomado el nombre de Iruene, asociándolo a la Luna.

Parece ser que los “sacrificios” que se mencionan no se realizaban en cualquier lugar de la cumbre, sino que, según las crónicas,

existían unos lugares sagrados especiales en forma de pirámide de piedra suelta, a los que se ha dado en llamar “aras”, donde realizarlos. Uno de esos lugares especiales se sitúa a pocos centenas de metros de la Residencia del Observatorio del Roque de los Muchachos, en el sector de la cumbre conocido como Lomo de las Lajitas. El yacimiento está constituido por más de una docena de aras de sacrificio, de forma circular o elíptica, algunas de hasta 4 m de diámetro, construidas con grandes lajas de piedra hincadas y un relleno del mismo material hasta formar un túmulo de pequeñas proporciones. Aunque el lugar ha sido saqueado desde antiguo, **Jorge Pais** aún contó, a mediados de los noventa, un total de medio centenar de lajas decoradas con grabados de tipología diversa, dominando los espiraliformes, los meandriiformes y los círculos concéntricos. A pesar de que el lugar está vallado, los saqueos no han cesado hasta el día de hoy.

Las aras se concentran, de forma aparentemente desordenada, en un área muy pequeña de poco más de 200 m<sup>2</sup>. Un análisis preliminar de la distribución mostró a mediados de los noventa que algunas de las direcciones sugeridas por la intervisibilidad entre las aras de mayores dimensiones podrían tener un origen

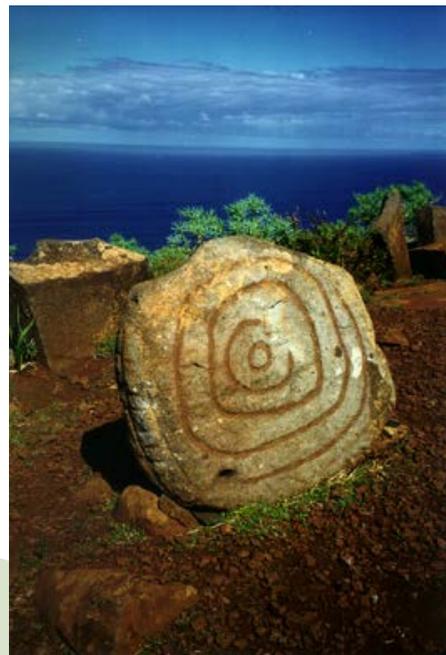


Figura 1. La divinidad lunar debió de tener una importancia capital en la cultura de la población aborígen de La Palma. Este hecho queda reflejado en varias crónicas y quizás en la iconografía. En opinión del primer autor, algunos grabados, como esta gran estela circular de El Calvario (Garafia), bien podrían ser representaciones abstractas de alguna de sus divinidades astrales, en particular del disco lunar en su fase de luna llena. © J.A. Belmonte.

astronómico. Sin embargo, la probabilidad de encontrar casualmente una serie de direcciones privilegiadas entre un conjunto tan numeroso de estructuras no es despreciable, por lo que estas orientaciones deben considerarse con cautela y, en consecuencia, como meramente hipotéticas.

Lo que sí es relevante es que desde el lugar se tiene una visión amplísima y despejada del horizonte, prácticamente en todas direcciones, salvo hacia el E-SE, donde la presencia de la cumbre del Roque de los Muchachos destaca en el entorno. El Roque es, con sus más de 2.400 m de altitud, la montaña más alta de la Isla y desde ella se divisa la práctica totalidad de La Palma (lo que es relevante para lo que se discutirá después), así como unos panoramas muy sugerentes en la lejanía donde destaca el Teide, el gran “Monte Blanco” que domina la isla de Tenerife, y las islas de El Hierro y La Gomera. También se aprecia el emblemático Roque Idafe (el *Axis Mundi* de los aborígenes del cantón de Aceró, según **Antonio Tejera**), dominando la Caldera de Taburiente. Los llanos cercanos al Roque han sido desde siempre una zona importante de pastoreo estival y la propia montaña ocupaba un lugar importante en la mitología popular como lugar de reunión de los muchachos de la Isla en las noches de principio del verano (singularmente la de San Juan), para celebrar supuestos ritos iniciáticos (de ahí su nombre).

Dado lo que conocemos de otras islas del Archipiélago, es muy probable que el Roque de los Muchachos tuviera un carácter mágico y sagrado para los antiguos habitantes de La Palma, siendo quizás un referente importante de su mitología, y desde luego un referente topográfico de primer orden, como se intuirá más adelante. El hecho, que conocemos desde los noventa, es que una conexión astronómica importante parece ligar al propio Roque con el conjunto ceremonial del Lomo de las Lajitas, ya que la luna llena que sigue al solsticio de verano (la primera de esta estación) surge tras esta montaña solo desde la zona ocupada por las aras, singularizando este sector dentro de la extensa área de pastoreo de las cumbres. Una orientación ritual, aunque imprecisa, a

la salida del sol del solsticio de invierno no se puede descartar a priori. Sin embargo, en invierno, las cumbres de la Isla son bastante inhóspitas, siendo muy frecuentes las nevadas hasta no hace mucho, por lo que pareciera mucho más razonable la ocupación estival del lugar.

Por tanto, en algún momento de la historia aborígen de la Isla, la población reunida en las cumbres a principios del verano para celebrar uno de esos días disputados de la Luna, se daría cuenta de la singularidad del lugar al observar, sobre su montaña sagrada, el orto de una de sus grandes divinidades astrales en su momento de máximo esplendor, construyendo en él un lugar donde honrar a sus dioses. La repetición cíclica del fenómeno tras el solsticio de verano, cada 12 o 13 lunas, convertiría al Lomo de las Lajitas en un lugar habitual de observación del cielo con posibles fines rituales y, como refieren las crónicas, también calendáricos. Con ellos se iniciarían, en las cumbres más altas de La Palma, una tradición astronómica que, con unos medios mucho más modernos y métodos más científicos, la Astrofísica actual sigue perpetuando.

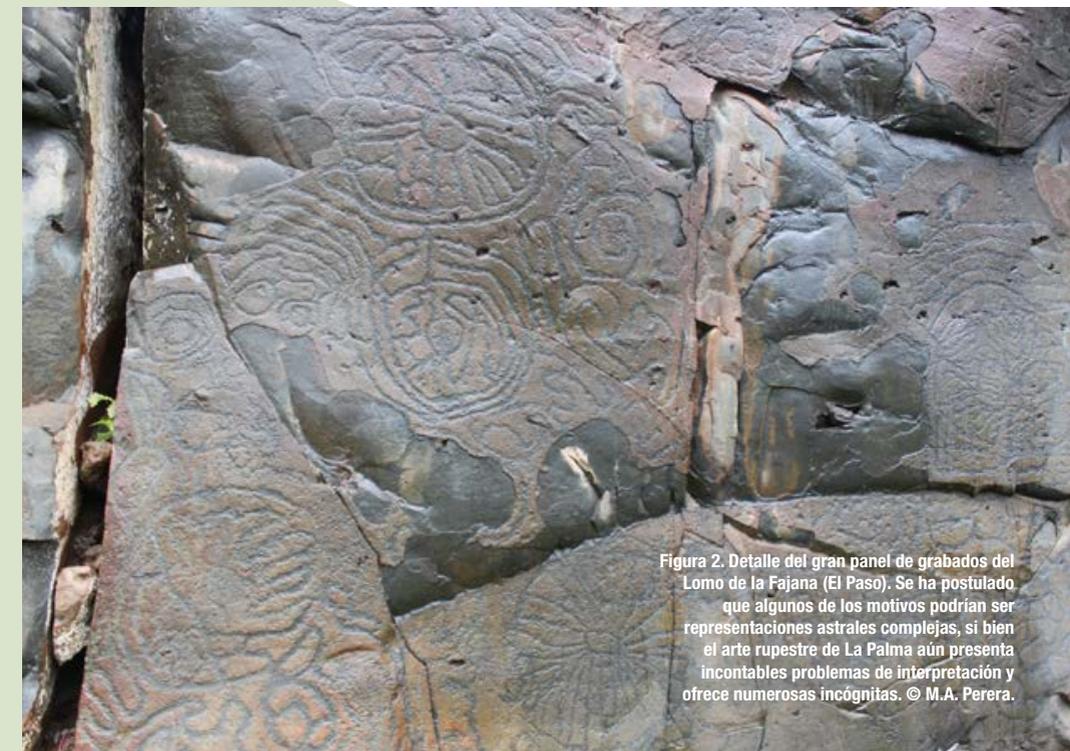


Figura 2. Detalle del gran panel de grabados del Lomo de la Fajana (El Paso). Se ha postulado que algunos de los motivos podrían ser representaciones astrales complejas, si bien el arte rupestre de La Palma aún presenta incontables problemas de interpretación y ofrece numerosas incógnitas. © M.A. Perera.

redondeada que tiene todo el aspecto de un asiento, aunque parece natural. En ese lugar, el profesor de Historia **Miguel Martín González**, uno de los promotores del colectivo Iruene, descubrió en junio de 2005, y en coincidencia con el solsticio de verano, que el Sol se ponía justamente por una muesca en un pequeño roque cercano si uno se situaba cómodamente sentado en el “asiento”. La fenomenología es singular y ha sido verificada a posteriori por otros equipos, aunque también cuestionada, en menor medida, dada la proximidad entre el lugar de observación y el punto de referencia y la geología activa de La Palma.

El solsticio de verano es un jalón importante del año trópico. Es muy probable que la población aborigen de Benahoare lo usase como heraldo del conteo de las lunas que cubrirían el año y, por tanto, como un hito importante de su calendario. Casi con certeza, este calendario debió de ser un año lunisolar

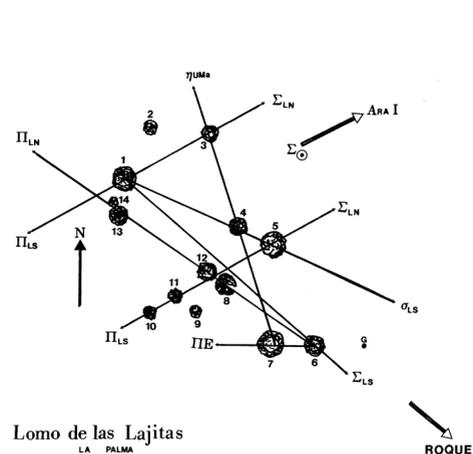


Figura 3. Plano esquemático del yacimiento del Lomo de las Lajitas, en la vecindad del ORM, con la localización de las 13 o 14 “aras” (17, según algunos autores) de sacrificio, que constituyen uno de los conjuntos culturales más emblemáticos de todo el Archipiélago Canario. Se ilustra la posición relativa de la cumbre del Roque de los Muchachos y las direcciones astronómicas más importantes ( $\Sigma$  y  $\sigma$ : Salida;  $\Pi$  y  $\pi$ : Puesta; L: Lunasticio; N: Norte; S: Sur). Otro “ara” se divide en la lejanía en el lugar por donde sale el Sol en el solsticio de verano ( $\Sigma O$ ). La Luna llena subsiguiente siempre sale entre los lunasticios meridionales menor y mayor ( $\sigma LS$  y  $\Sigma LS$ ) sobre la cumbre o las laderas del Roque de los Muchachos. Estas parecen ser las direcciones astronómicas más significativas. Crédito: Adaptado de J.A. Belmonte y M. Hoskin, Reflejo del Cosmos (2001).



Figura 4. Sector central de la estación de grabados rupestres de El Verde, cerca del Cementerio de El Paso. Nótese el gran desarrollo y la belleza de las espirales piqueteadas en la roca. Se ha postulado una relación astronómica para el lugar donde se localizan estos grabados. © M.A. Perera.

Figura 5. La cumbre de El Roque de los Muchachos (el punto de referencia) vista desde el Lomo de las Lajitas (el punto de observación). En primer término, se observa el ara nº 7 (Fig. 3), una de las mejor conservadas del lugar. El Telescopio Óptico Nórdico (NOT) ocupa la falda norte de la montaña. El telescopio Nacional Galileo (TNG) y el Gran Telescopio Canarias (GTC) quedarían ligeramente a la derecha. La cumbre misma se reconoce por la presencia del gran goro natural de grandes bloques de toba roja que corona la montaña (flecha). La luna llena que sigue al solsticio de verano (posiblemente, como en otras islas, la más importante del calendario aborigen local) sale siempre en un intervalo aproximado de 5° a ambos lados de la cumbre de la montaña. Según nos refieren las crónicas: ... en cada término de los referidos había un montón de piedras solas, y en ciertos días diputadas de la luna venían a él todos los vecinos de la comarca ... (Marín de Cubas, 1694). © J.A. Belmonte.

vago con años de doce lunaciones y, eventualmente, años intercalares con trece lunas.

Un último punto a resaltar a este respecto y que refuerza los anteriores es el estudio reciente, por parte del especialista en juegos tradicionales canarios **José Espinel Cejas**, de un cuenco de cerámica de la Fase II de la isla de La Palma extraordinariamente bien conservado que pudiera representar un calendario solar y lunar. El carácter puramente solar del calendario es más cuestionable. La cuenta de 365 días propuesta está incompleta dado que, desafortunadamente, la pieza está deteriorada justo por el reborde donde supuestamente se encontraría esa cuenta calendárica. Sin embargo, un análisis reciente de la misma pieza por parte de nuestro equipo sugiere que en la pieza de cerámica podría haberse representado, aunque de forma muy esquemática e imprecisa, un calendario lunisolar estructurado en ciclos de tres años de 12, 12 y 13 lunaciones similar al postulado anteriormente y al que se ha documentado para otras islas, singularmente Gran Canaria.

No podemos terminar este breve ensayo sobre la relación entre astronomía, paisaje y cultura en La Palma sin referirnos a uno de los hallazgos más recientes y de especial trascendencia. En la costa noroccidental de la Isla se encuentra el denominado petroglifo de Montaña de Braulio, uno de los mayores localizados hasta la fecha y que además no está asociado a ningún conjunto, encontrándose aislado. Trabajado de una manera diferente a la mayoría, sobre una superficie rocosa casi horizontal, y ocupando una superficie aproximada de 3 m<sup>2</sup>, el petroglifo parece representar el mundo conocido por los habitantes de La Palma. Un análisis métrico y morfológico del mismo ha permitido afirmar que nos encontramos ante un mapa en toba volcánica de la antigua Benahoare. El “mapa”, que está perfectamente orientado con respecto a los puntos cardinales, lo que resulta llamativo, está complementado con otro pequeño petroglifo con aspecto de soliforme situado a levante del motivo principal (y por tanto en la zona del horizonte por donde se produce el orto solar) y una serie de canalillos y cazoletas que podrían servir para la realización de prácticas de magia simpática con el fin de atraer el elemento más necesario para la comunidad isleña: el agua. Veamos los detalles.

El petroglifo está grabado sobre la plataforma formada por un filón de lava de unos 2 x 20 m, inclinada un 30% aproximadamente en dirección longitudinal y con una orientación E-NE. El petroglifo principal es de tamaño apreciable (1,34 x 1,05 m), al que hay que añadir los cuatro elementos externos ya descritos (cazoletas, canalillo y soliforme) que duplican su tamaño. La hipótesis principal que se ha planteado es que el contorno del petroglifo recuerda al de la isla en la que está ubicado, La Palma, con una gran precisión morfológica, métrica y de orientación. Para ello se ha propuesto que el punto de vista desde el que

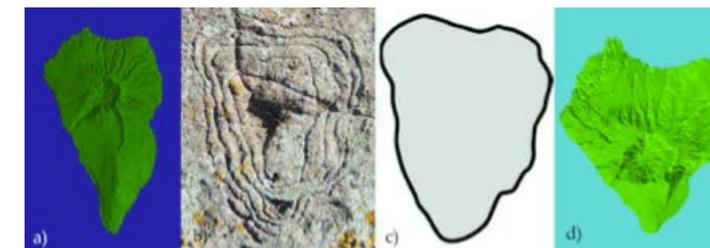


Figura 6. De izquierda a derecha: Modelo Digital del Terreno (MDT) de La Palma (a), el grabado rupestre en consideración (b), una copia del contorno del mismo (c) y una vista en perspectiva de La Palma, a partir del MDT, como si se observase de la cumbre del Roque de los Muchachos (d). El norte se sitúa arriba en todos los mapas. La similitud es más que evidente. Véase el texto para más detalles. © Adaptado de Pérez Gutiérrez et al. (2018).



Figura 7. Elementos interiores (cazoletas y canales funcionales) en el petroglifo de Montaña de Braulio comparados con elementos orográficos e hidrográficos destacados de la isla de La Palma. Parece que los creadores del grabado tenían una imagen bastante certera de su Universo particular, Benahoare. © Adaptado de Pérez Gutiérrez et al. (2018).

se plantea el grabado se sitúa en el borde norte de la Caldera de Taburiente. Es precisamente desde allí desde donde se puede ver la totalidad de la Isla con solo desplazarse a tres puntos de ella: Roque Palmero, Roque de los Muchachos y Pico de las Nieves. De esta manera, el contorno del petroglifo podría considerarse una representación de La Palma, es decir, un mapa, perfectamente orientado, y con los contornos de las principales bahías y puntas perfectamente definidas. Es de destacar que el error medio en su definición es inferior al 8% respecto de las dimensiones de la Isla. Un logro enorme para una representación realizada, casi con certeza, a ojo de buen cubero, y además de memoria, dado que desde el propio grabado la panorámica es mucho más limitada.



Figura 8. El investigador César González García verificando la información sobre la posible alineación solsticial desde el “asiento” situado entre los sugerentes grabados de El Verde. Nótese, a su derecha, la gran espiral de la esquina inferior izquierda de la fig. 5. © J. A. Belmonte.

Avalando esta similitud morfológica encontramos varios elementos interiores en forma de oquedades y canalillos, que pensamos reproducen otros tantos accidentes topográficos destacados en la Isla. Serían los tres cursos de agua permanentes que cronistas e historiadores describen en los relatos de la conquista: el gran Barranco de Izcagua, muy próximo al grabado, y las dos calderas asociadas a Cumbre Vieja y al volcán de San Antonio. Estos elementos describen con notable exactitud la orografía e hidrografía más elemental de La Palma y, desde luego son los que, sin duda alguna, constituirían (y de hecho constituyen) la información básica de cualquier mapa histórico y, por supuesto, moderno. Así, grabado en piedra, se tiene una descripción precisa del mundo habitado por el pueblo de Benahoare, que le sería perfectamente conocido y, para nuestra fortuna, perfectamente limitado, un Universo isla. Por esta razón se ha propuesto la incorporación del nuevo motivo a la clasificación de los petroglifos palmeros, como un mapiforme. Se entendería pues que se trata de la representación (de un mapa) de la Isla, en este caso, obviamente, de La Palma.

Pero, ¿con qué fin se realiza este mapa?, ¿qué motivos llevan a grabarlo en la piedra? Estas preguntas nos llevan a otras que son precisamente la explicación de los elementos exteriores al petroglifo principal. De los cuatro elementos descritos anteriormente, dos de ellos tienen una explicación sencilla, que además daría una primera explicación al porqué del mapa. Se trata de la cazoleta con el canalillo que conectan con el grabado principal, y que permitirían la



Figura 9. Los investigadores César González García, Julio Cuenca Sanabria y Juan A. Belmonte, analizando en detalle una hermosa pieza de cerámica, maravillosamente conservada donde se ha querido reconocer una simbología astronómica. El director del Museo Arqueológico Benahoarita (MAB) en Los Llanos de Aridane, Jorge Pais, tuvo la gentileza de dejarnos inspeccionar, con sumo cuidado, esta pieza de enorme valor. © M.A. Perera.



Figura 10. Vista detallada del lateral y de la base del cuenco de cerámica de la Fase II de la isla de La Palma donde podría haberse representado, de forma muy esquemática, un calendario lunisolar estructurado en ciclos de tres años de 12, 12 y 13 lunaciones. © J.A. Belmonte por cortesía del MAB.

libación de algún líquido, como agua o leche, con el fin de que sea repartido por la totalidad de la Isla, función de la que se encargan los diferentes canales concéntricos que rodean la gran oquedad central. Parece pues un acto de magia simpática, de llamada a aquello que probablemente fuese la gran necesidad de la población de Benahoare: el preciado líquido, bien en forma de lluvia, bien como nubes cargadas de humedad.

Este mapa verifica las definiciones tradicionales de los cartógrafos en cuanto a que es una representación espacial de la costa de la isla que define, además de contener diferentes elementos orográficos e hidrográficos, que se entienden como cartográficamente apropiados. Lo son para



Figura 11. Un excepcional petroglifo en los escarpes de la Montaña de Braulio (Puntagorda), donde se reconoce un gran motivo central de estructura muy elaborada y compleja, que se aleja de los típicos del arte rupestre de la Isla, varias cazoletas y canales y un pequeño motivo circular concéntrico (no visible en la imagen). © J.A. Belmonte.

el supuesto uso que tiene el conjunto: el de hacer circular agua (o cualquier otro líquido) por toda la Isla, y más aún por las cazoletas, la mayor de las cuales representaría a la Caldera de Taburiente. El petroglifo parece grabado de una vez, aunque esto siempre es difícil de precisar, lo que avala la consideración cartográfica del grabado. Y por supuesto, también es una forma de comunicación, pues permite al usuario del mapa comunicar a quien fuere (quizás Abora o Iruen) un mensaje: la necesidad de agua. Y aquí se puede encontrar la explicación a los otros dos elementos exteriores al grabado, que son la cazoleta y la espiral (soliforme), situadas a levante. No puede hablarse de una orientación astronómica precisa a la hora de situar el soliforme respecto del mapa y, por ende, respecto del cielo, pero recordemos que el mapa sí está orientado, con certeza astronómicamente, lo que constituye una proeza para los medios técnicos de la época. Sin embargo, esta situación podría no ser casual dados los referentes astronómicos que se han analizado anteriormente.

#### REFERENCIAS:

- Belmonte, J.A. (1997) "Dos milenios de tradición astronómica en el Roque de los Muchachos". *Noticias del IAC*, 3-4 1997, 10-13.
- Belmonte, J.A.; Hoskin, M. (2001) *Reflejo del Cosmos: Atlas de arqueoastronomía del Mediterráneo occidental*. Equipo Sirius, Madrid.
- Martín González, M.A. (2007) *Abora. La prehistoria de La Palma*. Ediciones JACE, Santa Cruz de La Palma.
- Pais Pais, F.J. (1996) "La economía de producción en la prehistoria de la isla de la Palma: la ganadería". *Estudios de prehistoria III. Dirección General de Patrimonio*, Las Palmas de Gran Canaria.
- Pais Pais, F.J. (2019) *Los petroglifos benhoaritas: símbolos de vida y fertilidad*. Cabildo de la Palma, Santa Cruz de La Palma.
- Pérez Gutiérrez, M.; Pais Pais, F.J.; Perera Betancort, M.A.; Cuenca Sanabria, J.; González-García, A.C.; Belmonte J.A. (2018) "Astronomy and Cartography in Benahoare: an orientated map of the Canary island of La Palma in an ancient petroglyph". *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 18, 71-79.
- Pérez Gutiérrez, M.; Pais Pais, F.J.; Perera Betancort, M.A.; González-García, A.C.; Cuenca Sanabria, J.; González García, A.C.; Belmonte J.A. (2024) *Un mapa aborigen de Benahoare: una singularidad del arte rupestre de La Palma*. Benahoaren, en prensa.
- Tejera Gaspar A. 1991. "Mitología de las culturas prehistóricas de las Islas Canarias". Lección Inaugural del Curso 1991-92, Universidad de La Laguna.



Figura 12. Los investigadores Manuel Pérez Gutiérrez, César González García y Juan A. Belmonte, en Montaña Braulio, justo después de que el primero sugiriese que el grabado sería un mapa esquemático, correctamente orientado, de la isla de La Palma, para lo que se comparó *in situ* con un mapa actual de la misma. ¡La sorpresa del equipo fue mayúscula al comprobar su similitud! © M.A. Perera.

En conclusión, parece probable que la población aborigen de La Palma fue capaz de crear una representación geográfica de su entorno con una técnica depurada que entronca con la tradición del arte rupestre local, un verdadero mapa de su Universo conocido: la isla de Benahoare y sus cielos imperturbables.

JUAN ANTONIO BELMONTE AVILÉS  
*Instituto de Astrofísica de Canarias*

MANUEL PÉREZ GUTIÉRREZ  
*Escuela Politécnica Superior de Ávila, Universidad de Salamanca*

A. CÉSAR GONZÁLEZ GARCÍA  
*Instituto de Ciencias del Patrimonio, Incipit-CSIC*

M<sup>a</sup> ANTONIA PERERA BETANCOR  
*Escuela de Turismo de Lanzarote, ULPGC*

# La brisa que acaricia el Roque

Recorrido por los aspectos que determinan la extraordinaria calidad de los cielos del Observatorio del Roque de los Muchachos y algunos acontecimientos relacionados con su caracterización que han permitido su explotación para la astronomía.

Cae la tarde luminosa y transparente. Las grandes cúpulas blancas y metálicas apuntan sus ventanas abiertas hacia el naciente, cerca del punto antihélico, tomando imágenes del cielo uniforme para las calibraciones de la prometedor noche de observación que comienza. Hacia el sur, el contorno de la cumbre, desde Fuente Nueva hasta los farallones del Roque de los Muchachos, se recorta ladera arriba contra el cielo crepuscular. A mi espalda, un algodónoso mar de nubes se extiende hasta el horizonte, varios cientos de metros por debajo. Ante mis ojos se despliega la rutina de trabajo en uno de los escasos sitios que conforman el privilegiado club de los mejores observatorios astronómicos del Planeta.

“El Observatorio del Roque de los Muchachos es excelente, casi ideal, como lugar para las observaciones astronómicas. Las observaciones de *seeing* realizadas hasta ahora indican

unas condiciones tan buenas o mejores que las conocidas en cualquier otro lugar”. Los profesores **Bennet McInnes**, del Observatorio Real de Edimburgo, y **Merle Walker**, del Observatorio de Lick, en California, fueron contendientes al publicar, en 1974, los resultados del análisis de los primeros datos de calidad óptica nocturna obtenidos en las cumbres de La Palma, entre agosto y septiembre de 1972. Hoy sabemos que tenían razón. Sus conclusiones coincidían, además, con las de la recién creada organización europea de astrofísica solar, Joint Organization for Solar Observations (JOSO), que había obtenido, apenas un mes antes, las primeras medidas *in situ*, diurnas en este caso (precedidas ocho meses antes por un sobrevuelo en una avioneta equipada con sensores microtérmicos para estimar la turbulencia).

En la década de 1970 estaba lanzada una carrera internacional por la búsqueda de los mejores emplazamientos del mundo. Canarias se había posicionado gracias, entre otras cosas, a los esfuerzos de un joven astrofísico, **Francisco Sánchez**, que había llegado 10 años antes al observatorio atmosférico de Izaña, en la vecina isla de Tenerife, recién licenciado, sin recursos ni instrucciones, pero con el titánico encargo de prospeccionar las cumbres de Canarias para su explotación astronómica. Por entonces ya sabían que no bastaba con cumplir con la recomendación hecha por



Avioneta Dornier 27 equipada con sensores microtérmicos en los extremos alares para medir por primera vez la turbulencia sobre el Roque de los Muchachos en 1971. Foto: Joint Organization for Solar Observations Annual Report 1972.

**Isaac Newton** en su tratado de Óptica de 1704 de instalar los telescopios “en las cumbres de las más altas montañas, por encima de las densas nubes”. Una tesis que verificaron **Charles Piazz Smyth** y **Jessie Duncan** en su pionero e intrépido viaje a las cumbres de Tenerife, en el verano de 1856, en el que efectuaron las primeras observaciones astronómicas en alta montaña de la historia. Además de altura, hay que seleccionar los lugares del planeta en los que el aire llegue seco, limpio y fluyendo de forma laminar.

## LA BRISA QUE ME ACARICIA EL ROSTRO

La brisa fresca del noroeste me acaricia el rostro, empujando un aire que ha hecho su propio viaje. Hace alrededor de una semana, el calor acumulado en las selvas ecuatoriales africanas o en el Golfo de Guinea, elevó un enorme chorro de aire muy húmedo y caliente de forma convectiva, con el mismo principio por el que sube un globo aerostático. En el rápido ascenso hacia niveles cada vez más fríos, por la disminución de la presión atmosférica, el vapor de agua empezó a condensar, perdiendo una energía denominada calor latente de evaporación, lo que incrementó la convección y con ella el ascenso y la condensación, en un inestable proceso irreversible, hasta que la cantidad de agua líquida fue tal que precipitó súbitamente durante la noche tropical en forma de copiosa tormenta.

El aire, ahora seco y frío, en el techo de la Troposfera, a más de 10 km de altura, inició entonces un largo y suave viaje de descenso en dirección noroeste, siguiendo un camino modelado por las fuerzas que rigen la circulación general de la atmósfera. La enorme masa de aire, lentamente comprimida y calentada mientras caía a una velocidad de unos pocos milímetros por segundo, alcanzó nuevamente los niveles más bajos de la atmósfera en las latitudes subtropicales, propiciando la presencia de grandes desiertos, salvo en los puntos en los que, como es el caso del aire que impacta ahora en mi cara, se encontró con una capa de aire más frío por

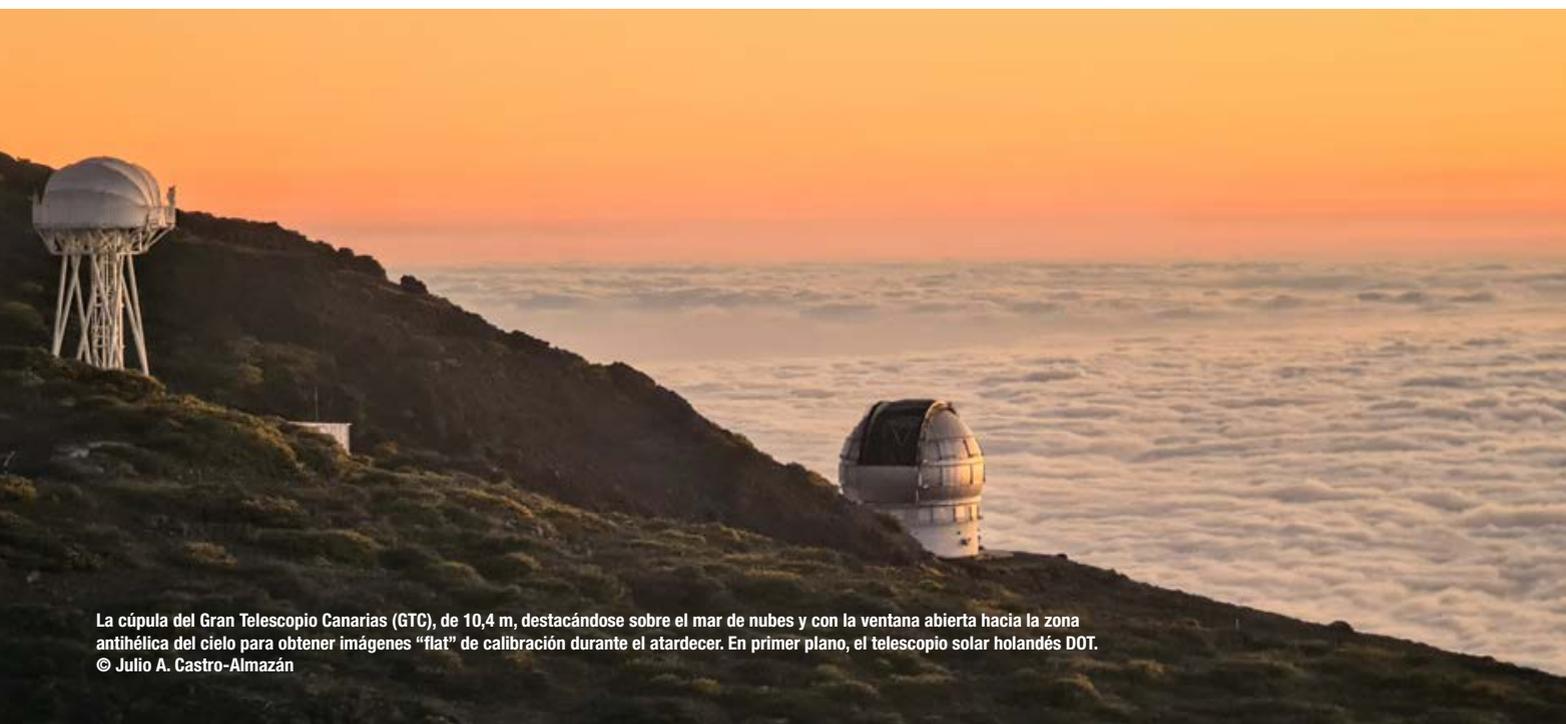
debajo. Un aire superficial empujado desde el norte por los sistemas de altas presiones que el propio aire descendente genera y al que mantienen fresco las corrientes oceánicas. La viajera masa de aire seco y tibio se depositó encima de nuestros alisios generando una inversión térmica coronada por un denso mar de nubes. Este poderoso sistema de circulación atmosférica, que cierra su ciclo con la vuelta del aire al ecuador en niveles bajos de la atmósfera, se denomina célula de Hadley y se repite en ambos hemisferios.

Por encima del nivel de la inversión térmica nos encontraremos con un aire que, en su descenso desde la alta Troposfera, ha experimentado un calentamiento adiabático, es decir, sin intercambio de calor con el entorno (al contrario de lo que había sucedido en el ascenso) de modo que conserva su baja humedad absoluta y temperatura potencial. Esto implica baja humedad relativa al nivel del suelo, mucha estabilidad y flujos de aire muy poco turbulentos. Por debajo de la inversión, en cambio, queda confinado el aire húmedo marino, cargado de aerosoles, lo que implica que la atmósfera por encima sea, además, extremadamente limpia y transparente.

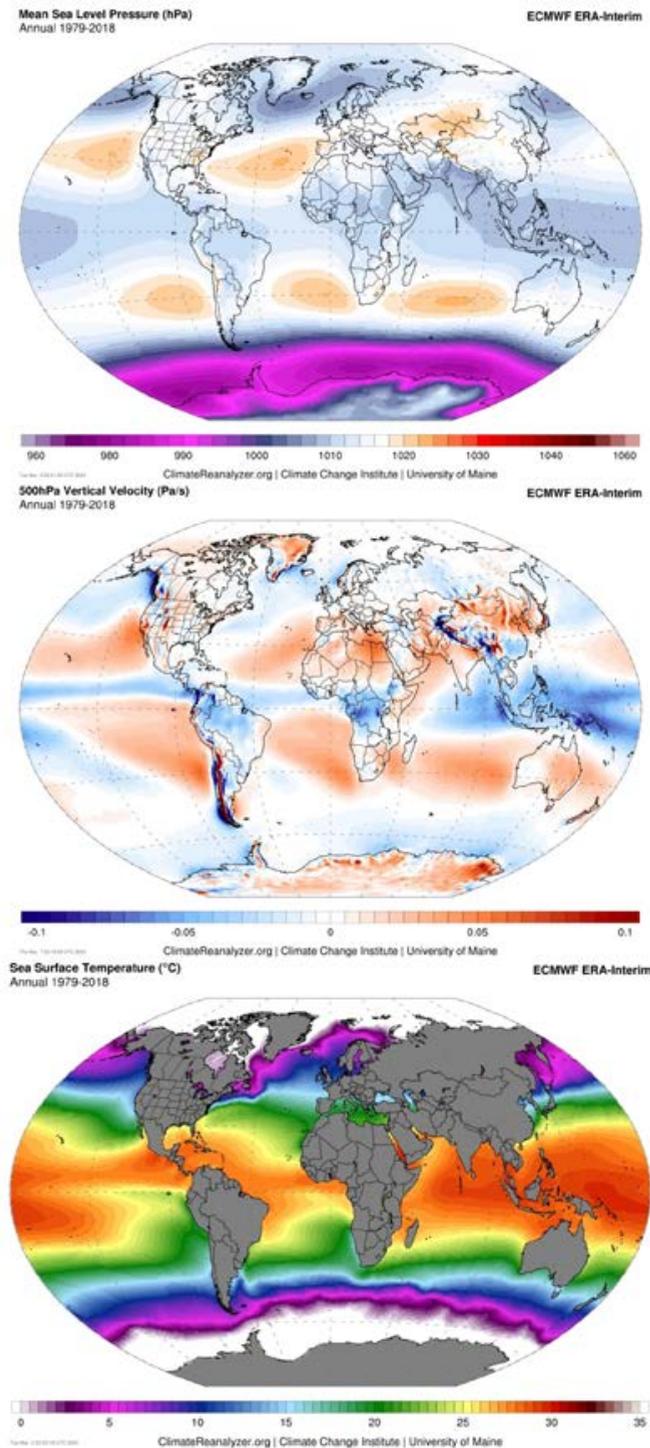
## UN CLUB EXCLUSIVO

Las islas oceánicas encuadradas en las zonas subtropicales de subsidencia, o descenso, de las células de Hadley, coincidentes con el brazo ecuatorial de los anticiclones y las corrientes frías marinas, o bien las extensas cordilleras costeras continentales que bordean estas áreas serán, por tanto, los puntos propicios para albergar un buen observatorio. Necesitamos, además, una altura suficiente sobre el nivel del mar y, acercando aún más el foco, una orografía que no genere turbulencia local. Para terminar, una serie de otros pequeños factores de segundo orden marcarán las diferencias finales de calidad. Los candidatos se cuentan con los dedos.

Los tres mapas de la siguiente página, con promedios de 40 años de valores de presión en superficie, velocidad vertical del aire y temperatura de la superficie del mar, resumen la situación. La conjunción de las zonas orientales (por el sentido de rotación de los anticiclones) de los parches naranjas del primer mapa, las zonas más rojas del segundo y los brazos verdes en el tercero, define las posibilidades. La Palma cumple todos los requisitos. Bajo la casi perenne influencia del anticiclón de las Azores, disfrutamos de una capa de inversión durante todo el año, con una altura tope oscilando estacionalmente entre los 1.400 m de altitud en verano y los 1.900 m en invierno. Tanto el Roque de los Muchachos como el Observatorio del Teide, en Tenerife, están a cerca de 2.400 m.



La cúpula del Gran Telescopio Canarias (GTC), de 10,4 m, destacándose sobre el mar de nubes y con la ventana abierta hacia la zona antihélica del cielo para obtener imágenes “flat” de calibración durante el atardecer. En primer plano, el telescopio solar holandés DOT.  
© Julio A. Castro-Almazán



Promedios de 40 años de valores de presión de superficie (arriba), velocidad vertical del aire en el nivel 500 hPa (centro) y temperatura de la superficie del mar (abajo). Datos del reanálisis climático ERA-Interim del Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (ECMWF) ofrecidos por la Universidad de Maine.

Se puede listar el resto de observatorios de primer nivel en Chile, Hawái, Sudáfrica, Australia o Baja California y ubicarlos geográficamente en el mapa para comprobar que están donde corresponde. Y sí, hay grandes “casos”. Si la isla mexicana de Guadalupe, la chilena de Alejandro Selkirk, en el archipiélago de Juan Fernández, o la de Santa Helena, en el Atlántico Sur, por poner unos ejemplos, tuvieran 1.000 metros más de altura, quizás albergarían los mejores observatorios del mundo.

### LOS CIELOS SON EL COMIENZO

La privilegiada ubicación del Roque de los Muchachos y la calidad de sus cielos no son el punto de llegada sino el comienzo. Constituyen un recurso natural. Pero su aprovechamiento para la más sublime de todas las ciencias, como definió Piazzzi Smyth a la Astronomía, pasa por poder hacer explotación del recurso. Una explotación extremadamente competitiva cuyo primer paso fue su protección.

La preservación de la calidad de los Observatorios se consiguió por Ley. La llamada Ley del Cielo de 1988 fue un hito. La Ley limita los excesos de iluminación que puedan incidir en el Observatorio, tanto en la propia isla de La Palma, como en la cara norte de Tenerife. Una medida que se ha demostrado tan beneficiosa para la astronomía como para otros aspectos, como la preservación de la fauna, el ahorro energético o la salud del sueño. Prohíbe, además, los vuelos comerciales sobre los Observatorios, al igual que la emisión en altura de gases y polvo, y limita la contaminación radioeléctrica.

Garantizada la protección, es imprescindible la caracterización. Una caracterización continuada y detallada, basada en un círculo virtuoso en el que la investigación en óptica atmosférica ayude a definir los parámetros más adecuados, desarrollar la instrumentación necesaria para medirlos y obtener las mediciones que permitan sacar nuevas conclusiones en la investigación original.

Los parámetros, muchos y cada vez más especializados, están sujetos a la demanda de los nuevos desarrollos de instrumentación astronómica. Se pueden agrupar básicamente en tres bloques: los directamente relacionados con la operatividad de los telescopios, como es la meteorología o la cobertura de nubes, los relacionados con la transparencia atmosférica en las distintas bandas de observación, entre los que están las medidas de extinción, contenido de aerosoles o concentración de moléculas con líneas de absorción en determinadas zonas del espectro, como el vapor de agua y, finalmente, los relacionados con la calidad óptica o la aplicación de técnicas de alta resolución, entre los que cabe señalar todos los derivados de la distribución vertical de turbulencia, como el *seeing*, el ángulo isoplanático o el tiempo de coherencia, entre otros.

### LA CALIDAD DEL ROQUE

Hoy, 50 años después de aquellas primeras medidas de 1972, tras 30 años de caracterización continua iniciada a principios de los 90 por **Jean Vernin** y **Casiana Muñoz Tuñón**, que ponía en marcha el entonces recién creado Equipo de Calidad del Cielo, tras tantas

y tan variadas técnicas aplicadas, conocemos con cierta solvencia las características del sitio. Tal y como aventuraron McInnes y Walker, los valores promedios de *seeing*, en torno a 0,7”, o la distribución vertical de turbulencia, con un 65-70% de ella concentrada en el primer kilómetro de altura, por poner dos ejemplos, son directamente comparables, o incluso mejores, que cualquier otro observatorio del mundo. Las condiciones particulares de la Troposfera en las Islas hacen que otros parámetros, como la concentración de vapor de agua precipitable, especialmente sensible a la altura, pero clave en las observaciones infrarrojas, presente condiciones óptimas (por debajo de 2 mm) el 30% del tiempo disponible, un porcentaje mayor que el que correspondería atendiendo solo a la altitud de los Observatorios. Por otro lado, la extensa, aunque siempre insuficiente, base de datos acumulada, permite verificar los resultados, como hicieron los equipos del Cherenkov Telescopes Array (CTA) o del Telescopio Solar Europeo (EST), en 2015 y 2021, respectivamente, cuando seleccionaron el Observatorio del Roque de los Muchachos para sus instalaciones, o el Consorcio del Telescopio de Treinta Metros (TMT), en 2016, cuando inició una búsqueda de sitio alternativo a Hawái, ante las dificultades que allí se les presentaron; una competencia que también ganó la opción palmera.

Hoy, en un observatorio consolidado, como es el Roque, la caracterización no se limita a los tradicionales estudios estadísticos



Instrumento gSCIDAR del IAC para la obtención de perfiles verticales de turbulencia, instalado, durante la primera década de 2000, en el telescopio de 1 m Jacobus Kapteyn (JKT), entonces perteneciente al Isaac Newton Group.



Telescopio LST-1 del grupo Cherenkov Telescope Array (CTA) en primer plano, frente a los trabajos de obra civil para la instalación de la segunda unidad del mismo tamaño en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en junio de 2023. Al fondo, la Residencia del Observatorio. © Julio A. Castro-Almazán

de largo periodo. Se necesita sacar el máximo provecho de las instalaciones y esto exige monitores en tiempo real y herramientas de predicción. No basta con saber cuántas veces al año un parámetro es óptimo o si lo es ahora. Además, cada vez es más necesario poder predecir cuándo lo será, de modo que se puedan seleccionar con antelación los programas científicos más adecuados, optimizando las observaciones de servicio o por colas, mayoritarias ya en muchos telescopios. Predicciones fiables a distintos plazos, con modelados numéricos tradicionales o técnicas nuevas, como las basadas en *machine learning*, nos marcan un camino que empezamos a recorrer hace pocos años, como emprendo yo ahora el camino de vuelta a la Residencia bajo una apabullante cúpula de estrellas.

### ALGUNAS DE LAS MÁS POTENTES INSTALACIONES DEL MUNDO

Vuelvo a mi habitación. Ha sido un camino largo que, sin embargo, mantiene toda su proyección hacia el futuro. Es muy probable que aquel remoto 6 de agosto del 72, mientras se preparaban para estrenar la noche del Roque de los Muchachos tomando los primeros datos nunca antes observados, los astrónomos escoceses del Real Observatorio de Edimburgo hayan visto cómo Júpiter ascendía luminoso y lentamente por el horizonte, augurando los éxitos científicos por llegar. De la misma forma que lo habían observado otros escoceses, **Piazzzi Smyth** y **Duncan**, poco más de un siglo antes, mientras tomaban una taza de té caliente, tras el trasiego de la instalación del campamento, bien avanzada su primera noche en Montaña Guajara, en las cumbres de Tenerife. Al igual que yo pude verlo hoy, culminando en lo alto del cielo, en la noche ya cerrada del Roque de los Muchachos de marzo de 2024, reluciendo, eso sí, sobre una imponente colección de algunas de las más potentes instalaciones astronómicas del mundo actual en plena acción.

JULIO A. CASTRO-ALMAZÁN  
Astrónomo del IAC  
y miembro del Equipo de Calidad del Cielo del IAC.

El equipo de **Calidad del Cielo del IAC** tiene el objetivo de implementar técnicas, obtener medidas y analizar y publicar resultados que cuantifiquen de manera objetiva la calidad de los Observatorios de Canarias para la Astronomía y optimicen su operatividad. También es el interlocutor del IAC con otras instituciones internacionales y observatorios en este campo. Está liderado por **Casiana Muñoz-Tuñón** y son miembros **Julio A. Castro Almazán**, **Sebastián Hidalgo Rodríguez** y **Antonia M. Varela Pérez**.

# Prospecciones astronómicas en La Palma 1972

La historia de los siglos XIX y XX está llena de expediciones científicas a lugares remotos, y las Islas Canarias fueron de especial interés para los astrónomos. Ya en 1856, **Charles Piazzi Smyth**, Astrónomo Real de Escocia, y su esposa, **Jessie Duncan Smyth**, habían comprobado la calidad astronómica del cielo canario desde Guajara y Buenavista, en Tenerife. Un siglo después, a finales de los años sesenta, varios países europeos comienzan la búsqueda de un lugar idóneo para la observación astronómica en el hemisferio norte.

En 1971, estudios teóricos llevan a **Merle Walker**, astrónomo del Lick Observatory (EEUU), a concluir que los mejores sitios se deben encontrar en islas con montañas altas en océanos cálidos e incluyó La Palma en una lista con otras cuatro islas.

En abril de 1971, **John Alexander**, del Observatorio Real de Greenwich (Reino Unido), visitó La Palma e informó que quizás la solución ideal sería un observatorio internacional en la isla de La Palma.

El Prof. **Francisco Sánchez**, director fundador del IAC, recuerda en el capítulo X de su libro *Soñando estrellas. Así nació y se consolidó la Astrofísica en España* (pp. 139-140), cómo fue esta historia de las prospecciones astronómicas en la Isla: "(...) Los británicos andaban buscando emplazamiento para su *Northern Hemisphere Observatory* (NHO). Es muy curioso que la propuesta de creación de este observatorio date de enero de

1967, año en que la reina Isabel II inaugura el gran telescopio nacional "Isaac Newton" de 2,5m, en Herstmonceux (Sussex), adonde hacía poco habían trasladado el Real Observatorio de Greenwich (RGO). Valedor decidido del NHO fue **Fred Hoyle**, quien dijo: "*When I asked Walter Baade what he thought of Herstmonceux as a site, he grinned in his pixieish way and said: 'It is like building a submarine in the Arizona desert'*". [“Cuando le pregunté a **Walter Baade** qué pensaba de Herstmonceux como sitio, sonrió con su pícaro estilo y dijo: ‘Es como construir un submarino en el desierto de Arizona’”] Y hasta en una de sus conocidas novelas de ciencia ficción, que me dedicó muchos años después, durante una visita suya al IAC, hace referencia a este observatorio ubicado ya en Canarias”.

Pero los ingleses trasladaron finalmente el telescopio Isaac Newton a La Palma en 1979. Se siguió así la recomendación de la astrónoma **Margaret Burbidge** (ver en la página 219).

Por otro lado, los astrónomos solares, unidos en una asociación denominada JOSO (*Joint Organization for Solar Observations*), también visitaron La Palma en el verano y en el otoño de 1971. En noviembre de ese año sobrevolaron el Roque con una avioneta para medir las turbulencias atmosféricas y las variaciones de temperatura. Las primeras observaciones astronómicas (solares), como cuenta el Dr. **Manuel Vázquez Abeledo** en su libro *Observando el Sol desde Tenerife. Una aventura sobre el mar de nubes* (p. 129), se realizaron en el Roque de Los Muchachos entre el 2 y el 21 de julio de 1972. Los observadores fueron el sueco **Göran Hosinsky**, el noruego **Lars Staveland** y el alemán **Hubertus Wöhl**, de JOSO.

“Las primeras observaciones nocturnas tuvieron lugar el 6 de agosto de 1972 en Fuente Nueva utilizando un Polaris Trail Telescope (PTT), un modelo de telescopio diseñado por Merle Walker para prospecciones astronómicas ex profeso. Muy probablemente fue el primer telescopio nocturno utilizado en lo que sería posteriormente el Observatorio del Roque de los Muchachos”. Los astrónomos fueron **Thomas Gough** and **C.M. Heath**, del Observatorio Real de Edimburgo.

Los resultados obtenidos por ambos grupos indicaron que la calidad del cielo del Roque de Los Muchachos era tan buena o mejor que la de los lugares que habían visitado hasta entonces. Además, también destacaron el alto porcentaje de noches despejadas y la baja contaminación lumínica.



Placa descubierta por la reina Isabel II durante la inauguración del INT en Herstmonceux, Reino Unido, en 1967. © ING

A la izquierda, la Reina Isabel II visita el INT por su inauguración, acompañada por el entonces Astrónomo Real Richard Woolley, el 1 de diciembre de 1967. © ING/Science Projects Ltd.



El Prof. Francis Graham Smith, director del Royal Greenwich Observatory (RGO), con Malcolm Hartley (a la izquierda), jefe de la prospección astronómica organizada por el Northern Hemisphere Observatory (NHO) en Izaña y Fuente Nueva. Esta foto con el Polaris Trail Telescope (PTT) fue obtenida en septiembre de 1972. © IAC

Comenzaron los primeros contactos diplomáticos y, en agosto de 1974, las autoridades españolas hicieron una invitación internacional para llevar a cabo un Joint Astronomical Site Survey, que comenzaría en noviembre de 1974 y terminaría justo un año después.

Un momento muy especial tuvo lugar en diciembre de 1974, cuando representantes de Alemania, Suecia, Dinamarca y Reino Unido fueron invitados por el rector de la Universidad de La Laguna y los presidentes de los Cabildos de La Palma y Tenerife a visitar el campamento de La Palma. Todos pensaban que La Palma debía albergar un observatorio internacional.

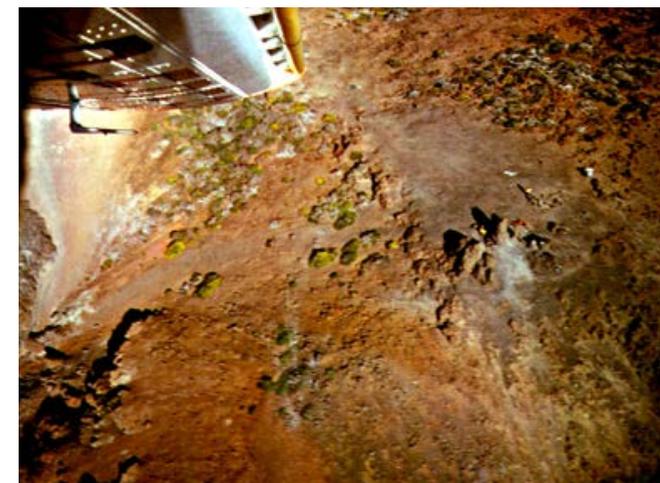
En los siguientes años se avanzó en el *site testing* (o medida de la calidad del emplazamiento), la planificación de los primeros telescopios y los acuerdos internacionales. El 26 de mayo de 1979 tuvo lugar, en el Cabildo de La Palma, la firma del Acuerdo Internacional en Materia de Astrofísica, el acuerdo marco para la construcción y uso de los telescopios. Los astrónomos españoles tendrían acceso al 20% del tiempo de observación en todos los telescopios. Comenzó entonces la construcción de los telescopios.

#### REFERENCIAS:

- Méndez, J. y Rutten, R. (2004) "Evolución histórica del Grupo de Telescopios Isaac Newton", *Revista de Estudios Generales de la Isla de La Palma*, Vol. 0, 123-160.
- Murdin, P. y Beer, P. (ed.) (1985). "The Observatories of the Canaries. On the occasion of their inauguration, June 28-29 1985". *Vistas in Astronomy*. Vol. 28. Part. 3. Special issue.
- Sánchez Martínez, F. (2019). *Soñando estrellas. Así nació y se consolidó la Astrofísica en España*. IAC.
- Tritton, K. y Méndez Álvarez, J. (2021). "Las primeras mediciones de la calidad astronómica de la observación nocturna en el Roque de los Muchachos". *Cosmológica*, n.1. Santa Cruz de La Palma, pp. 97-118.
- Vázquez Abeledo, M. (2019). *Observando el Sol desde Tenerife. Una aventura sobre el mar de nubes*. IAC.



En la cumbre de Fuente Nueva, Francisco Sánchez explica el proyecto del Observatorio de Roque de los Muchachos a los presidentes de los cabildos de La Palma y Tenerife y al presidente del CSIC, en presencia del director de ICONA. © IAC



Vista del Roque de los Muchachos tomada el 17 de junio de 1973 desde el aeroplano alemán Dornier D027. Se aprecia uno de los sensores que se instalaron bajo el ala para medir la temperatura. © Manel Vázquez/JOSO.

# Un vistazo a las cumbres de La Palma

“...Yo quería echar un vistazo a las cumbres de esa isla, donde entonces no había ninguna contaminación lumínica. Por su altitud y situación, siempre pensé que deberían tener unas condiciones astronómicas muy parecidas a las medidas en el Observatorio del Teide. Así que en el verano de 1973 organicé un recorrido por las cumbres de la Caldera de Taburiente y animé a mi hijo mayor, Jorge, entonces un niño de 11 años, para que se viniese conmigo. Un coche del Cabildo de La Palma nos acercó hasta el final de una pista forestal, cerca del Pico de las Nieves, y allí nos soltó. Subimos a la cumbre como pudimos, dejándonos jirones de ropa y piel entre el tupido bosque bajo de codesos. Instalamos una mini tienda de campaña, que yo había comprado a Jorge en Francia, y cenamos sentados al borde de la Caldera, un hoyo negro a nuestros pies. Estábamos solos, completamente solos, flotando entre la tierra y el cielo, con el firmamento aplastándonos desde arriba. Estuvimos mucho tiempo extasiados, sobrecogidos ante la belleza y el inquietante misterio que nos envolvía. Ese cielo cuajado de estrellas quietas, que no parpadeaban, era prueba evidente de la calidad astronómica de las cumbres de La Palma. Resultó maravilloso. ¿Fue entonces cuando surgió en Jorge su fuerte vocación astronómica, o estaba ya sembrada en su inconsciente desde cuando pretendía jugar en Izaña, de muy niño, con los instrumentos de la prospección astronómica?”

Por la mañana, la Caldera brillaba esplendorosa, con sus barrancos insondables, separados por salientes afilados decorados con pinos, que parecían simples matojos en la distancia. Un incipiente mar de nubes cubría el fondo, semejando el vaho que soltaría un gigantesco puchero en ebullición. Comimos algo y salimos hacia el Roque de Los Muchachos, que destacaba a lo lejos. Seguimos la cuerda de la Caldera de Taburiente, recorriendo despacio las sucesivas cumbres, subiendo y bajando al borde de precipicios, con desplomes en picado de hasta 1.000 m. Emocionante. Comimos por el camino, cerca de la Pared de Roberto, enorme dique basáltico, muralla ciclópea con un portillo en medio, por donde pasaba una senda. Llegamos por la tarde al campamento de los solares de JOSO, junto al Roque de Los Muchachos. Disfrutamos de una amable cena de camaradería y nos contaron con detalle lo que estaban haciendo, muy contentos de los buenos datos que iban obteniendo.

Al día siguiente, nos bajamos con los arrieros que les subían las vituallas, hasta Puntagorda. Consecuencia de los buenos resultados logrados por la expedición de JOSO fue la petición formal del Instituto Fraunhofer de Friburgo y la Universidad de Gotinga para completar una prospección astronómica en Tenerife y La Palma, con vistas a trasladar el observatorio solar que ellos tenían en la Isla de Capri, ampliado con telescopios más modernos.

Los alemanes habían prospeccionado ya la Isla de Capri, Sicilia, el sur de Grecia y el sur de Portugal, pero encontraron que eran mejores las cumbres de Canarias. Pidieron permiso para colocar una torre, con un telescopio solar, en una media explanada que había junto a los dos pitones que dan nombre al Roque de los Muchachos. Lugar que hoy ocupa un pequeño aparcamiento y un vértice geodésico. Se firmó el acuerdo correspondiente en 1977 y el telescopio estuvo operativo al año siguiente. Finalmente, de las medidas comparativas concluyeron que era ligeramente mejor Tenerife, así que tuvieron que quitar el telescopio y demoler la torre, antes de emplazar sus telescopios solares en el Observatorio del Teide.

Poco a poco, se consiguió ir interesando por las cumbres de Canarias a un número de nuestros colegas europeos cada vez mayor”.

FRANCISCO SÁNCHEZ  
Director fundador del IAC

(texto extraído de *Soñando estrellas*.)

*Así nació y se consolidó la Astrofísica en España*, pp. 141-143)



Paanorámica de la Caldera de Taburiente y el Observatorio del Roque de los Muchachos en sus primeros años. © IAC

# Los orígenes del IAC

# 1973

En 1973, se creaba en la Universidad de La Laguna (ULL) el Instituto Universitario de Astrofísica, del que pasaba a depender el Observatorio del Teide, inaugurado en 1970. En 1975, nació el **Instituto de Astrofísica de Canarias** (IAC) mediante un acuerdo entre la Universidad de La Laguna (ULL), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Mancomunidad Provincial Interinsular de Cabildos (MPIC). El Ayuntamiento de Garafía acordaba conceder 189 hectáreas en el Roque de Los Muchachos al IAC a través de la MPIC. Un año después, se iniciaban las obras de la carretera de acceso al actual Observatorio del Roque de los Muchachos y en 1978 se construiría la torre solar alemana “Benaohare”, aunque luego se desmontaría.

La propuesta de un observatorio astrofísico estaba ya en marcha, pero en 1979 el Ministerio de Defensa planteó objeciones para esta

instalación en las cumbres palmeras pues allí pensaba situar sus radares. Por ello, se celebraron reuniones en Madrid al más alto nivel, a las que asistió **Francisco Sánchez**, director fundador del IAC. Finalmente, el Gobierno español aprobó la firma de los Acuerdos Internacionales de Astrofísica a propuesta de los Ministerios de Presidencia, Educación y Ciencia y Defensa, que tuvo lugar en Santa Cruz de La Palma en 1979. En 1982, el Parlamento español aprobaría por unanimidad el Real Decreto-Ley que configura al IAC administrativamente como “Consortio Público”, integrado por la Administración del Estado, la Comunidad Autónoma de Canarias, la Universidad de La Laguna y el CSIC. Y en 1985 tendría lugar la Inauguración oficial del Instituto de Astrofísica y los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos, que ya contaba con varios telescopios.

# La carretera del ORM

# 1976



Llegar al Roque de los Muchachos, abriéndose paso entre los barrancos de la Isla, fue una obra de ingeniería atrevida y dura, posible gracias a la gestión del ingeniero de ICONA José Miguel Galeán López. Con la ayuda del Cabildo de La Palma y la Mancomunidad Interinsular de Cabildos, ICONA lo consiguió ya antes de que se firmasen en 1979 los Acuerdos Internacionales de Astrofísica. En las fotos, las máquinas trabajando en el paso de Los Andenes.

Tajinastes rosados, en fila, al borde de la carretera de acceso al Observatorio del Roque de los Muchachos. © Romano Corradi

La gran complejidad orográfica de la isla de La Palma fue todo un reto para el trazado de la carretera que comunica Santa Cruz de La Palma con el Roque de los Muchachos y este con Garafía. Es una vía que no solo sirve para el acceso al Observatorio y para llevar los instrumentos científicos. Además, cumple con una función básica de Seguridad para la población: el acceso de los cuerpos de emergencia y de seguridad del Estado en casos de catástrofes de toda índole, sobre todo incendios y riadas. Si no fuera por el Observatorio, sería muy difícil justificar esta obra civil. En todo caso, habría una carretera mucho más sinuosa y peligrosa, más estrecha y con un trazado inimaginable. El turismo que accede al Roque de los Muchachos no justifica esta obra. Y, por otro lado, los habitantes de Garafía tienen una buena alternativa para ir a Santa Cruz vía el Observatorio en vez de por el municipio de Barlovento, ahorrándose algunos kilómetros y tiempo.

1978



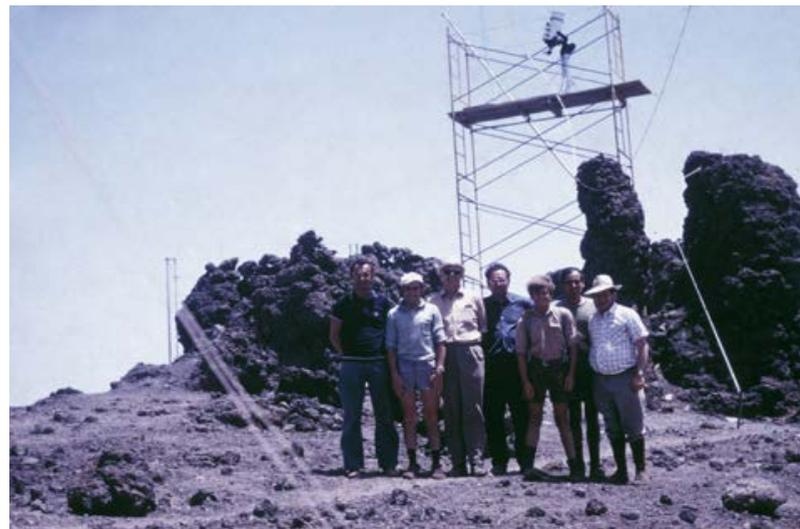
Aeroplano alemán Dornier DO27, en el aeropuerto de Los Rodeos, que sobrevoló el Roque de los Muchachos en junio de 1973. © Manuel Vázquez/JOSO

## Benahoare, la Torre Solar Alemana que se instaló en el Roque

Tras años de prospección buscando infructuosamente el lugar idóneo para instalar telescopios solares en torno al Mediterráneo, los físicos solares europeos (fundamentalmente alemanes) decidieron probar suerte en el Archipiélago canario a finales de los 70. En el Roque de los Muchachos, JOSO (*Joint Organization for Solar Observations*) llevaría a cabo muchas campañas solares de prospección y en el lugar geográfico más elevado se llegó a construir, en 1978, una torre solar alemana, coronada con un telescopio de 40cm, llamada Benahoare (el nombre en lengua aborigen de la isla de La Palma), que después, en 1984, se retiró al elegir los científicos alemanes el Observatorio del Teide para instalar sus telescopios. Aunque se decidiera desmontarlo, este telescopio solar, propiedad del Kiepenheuer Institut für Sonnenphysik (Alemania), fue clave para el estudio de la calidad del cielo y del arranque de la Astrofísica en los Observatorios de Canarias.



Dos panorámicas de la Torre Solar Alemana "Benahoare", instalada a finales de los setenta en el Observatorio del Roque de los Muchachos y, posteriormente, desmontada.



Físicos solares alemanes, franceses y españoles en el Roque de los Muchachos, con los primeros instrumentos allí instalados para medir la calidad de su atmósfera. © IAC



## Acuerdos internacionales de Astrofísica



Subida hacia las cumbres del Roque de los Muchachos del primer Comité Científico Internacional. Quien se ayuda de la cola de la mula es el célebre Prof. Cornelis de Jager, secretario general de la Unión Astronómica Internacional (IAU). © IAC

Tras las correspondientes negociaciones con diversas instituciones científicas europeas interesadas en instalar telescopios en Canarias, se firmaron los acuerdos por los que se regulaba la explotación del cielo de las Islas y se abrían los Observatorios del IAC a los telescopios más avanzados. Así, el 26 de mayo de 1979, en la sede del Cabildo de La Palma, España firmaba con Dinamarca, Suecia y Reino Unido el "Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica", a través del cual se internacionalizaban los Observatorios del Teide, en Tenerife, y del Roque de los Muchachos, en La Palma. En 1983,



Acto de la firma de los tres niveles en que se estructuran los Acuerdos internacionales de Astrofísica, el 26 de mayo de 1979, en la sede del Cabildo de La Palma. Firmó por España el ministro de la Presidencia del Gobierno, José Pedro Pérez-Llorca. © IAC

1979

se formalizó la incorporación de la República Federal de Alemania; en 1988, Francia; en 1993, Italia; y en 2001, Bélgica. Posteriormente, varios países han suscrito acuerdos para estar presentes en los Observatorios de Canarias. En la actualidad, son más de una quincena de naciones las que mantienen algún tipo de convenio en este sentido. Además, diversas instituciones científicas y consorcios internacionales han establecido conciertos con el IAC para desplegar instalaciones científicas en los Observatorios, destacando la Agencia Espacial Europea, el Consorcio MAGIC y el Observatorio CTA.

Estos acuerdos se estructuran a tres niveles. El primero, entre los respectivos gobiernos. El segundo, con los organismos de cada país. Y el tercero, entre el IAC y las Instituciones Usuarias. En virtud de los mismos, los países firmantes pueden instalar telescopios manteniendo la propiedad de los mismos. España garantiza la actividad investigadora, protegiendo los Observatorios según las normas de la Unión Astronómica Internacional y garantizando la participación efectiva de los organismos firmantes en la adopción de las decisiones que afectan a los Observatorios a través del **Comité Científico Internacional (CCI)**, que mantiene dos reuniones al año, una de ellas en Canarias. Actualmente, en el seno del CCI operan cuatro subcomités: uno de Características Astronómicas (SUCOSIP), dos de Servicios Comunes (Teide CSC y ORM CSC) y otro con el nombre Observatorio Sostenible (OS ORM).

Como contrapartida principal, España dispone, como mínimo, del **20% del tiempo de observación** de cada uno de los telescopios e instrumentos instalados en sus Observatorios, libres de gastos. Dicho tiempo, bajo la responsabilidad del IAC, podrá ser usado por instituciones españolas y otras colaboradoras de cualquier nacionalidad. Además se garantiza la asignación de un **5% adicional** del tiempo de observación de cada una de las instalaciones telescópicas para la realización de programas cooperativos entre las Instituciones Usuarias.



Representantes de las diferentes instituciones que constituyen el Comité Científico Internacional (CCI) de los Observatorios de Canarias, en su última reunión celebrada en La Palma el 31 de octubre de 2023. © Nira Llaarena (IAC)



# Inauguraciones solemnes

## de los Observatorios de Canarias y de la Sede Central del IAC

Los días 28 y 29 de junio de 1985, los Reyes de España inauguraron solemnemente la Sede Central del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) en La Laguna (Tenerife) y los Observatorios del Teide, en Izaña (Tenerife) y del Roque de los Muchachos, en Garafía (La Palma), en presencia de monarcas y miembros de familias reales de cinco países (España, Dinamarca, Reino Unido, Países Bajos y Suecia) y otros dos jefes de Estado (Alemania e Irlanda). También asistieron doce ministros de países europeos y una distinguida representación de la comunidad científica, encabezada por cinco premios nobel. En total, más de 1.000 invitados, con 200 periodistas de todo el mundo acreditados y 3.000 miembros de las Fuerzas de Seguridad del Estado.

Asistieron a la Inauguración los siguientes seis jefes de Estado:

**S.M. EL REY D. JUAN CARLOS I DE ESPAÑA**, acompañado de:  
**S.M. la reina Dña. Sofía**  
**S.A.R. Felipe, príncipe de Asturias**  
**S.A.R. Elena, infanta de España**  
**S.A.R. Cristina, infanta de España**  
**S.M. LA REINA MARGARITA II DE DINAMARCA**, acompañada de:  
**S.A.R. Henrik, consorte de la reina de Dinamarca**



**S.M. EL REY CARLOS GUSTAVO XVI DE SUECIA**, acompañado de:  
**S.M. la reina Silvia de Suecia**  
**S.M. LA REINA BEATRIZ DE LOS PAÍSES BAJOS**, acompañada de:  
**S.A.R. Claus Von Amsberg, consorte de la reina de los Países Bajos**  
**S.E. RICHARD VON WEIZSACKER, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA**, acompañado de:  
**S.E. Mrs. Marianne Von Weizsacker**  
**S.E. PATRICK J. HILLERY, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE IRLANDA**, acompañado de:  
**S.E. Mrs. Heave Hillery**

En representación de la **reina Isabel II de Inglaterra**, por parte del Reino Unido asistió:

**S.A.R. EL PRÍNCIPE RICARDO, DUQUE DE GLOUCESTER**, acompañado de:  
**S.A.R. la princesa Brígida, duquesa de Gloucester**

Por parte española asistieron a estos actos los siguientes ministros:

**Javier Moscoso, ministro de la Presidencia.**  
**Miguel Boyer, ministro de Economía y Hacienda.**  
**José María Maravall, ministro de Educación y Ciencia.**  
**Javier Solana, ministro de Cultura.**  
**Narcis Serra, ministro de Defensa.**

También estuvieron presentes los representantes de la Comunidad Autónoma Canaria, entre ellos el **presidente en funciones, Jerónimo Saavedra.**

# 1985



Distintos momentos de las solemnes inauguraciones en el Observatorio del Roque de los Muchachos: en el escenario principal, junto a las banderas, junto al telescopio Isaac Newton (INT) e invitados atendiendo a las explicaciones. © IAC e ING

# Otras inauguraciones y actos oficiales en telescopios de La Palma

1985: Inauguración del INT

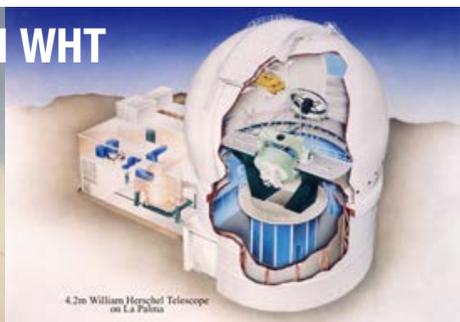


Durante la solemne inauguración del ORM en 1985, se inauguró el telescopio "Isaac Newton (INT) en su nueva ubicación, en presencia de los jefes de Estado que acudieron. © ING

A la izquierda, algunos de los presentes en la primera luz del telescopio William Herschel (WHT) junto al telescopio, esquema del WHT que se entregó a los medios y momento en que se hace entrega a Alec Boksenberg, director del RGO, de una reproducción de un retrato de William Herschel, que aún se conserva, procedente de la biblioteca de la Royal Astronomical Society. © Carmen del Puerto (IAC)



1987: Primera luz del WHT



1987: Inauguración del NOT



Durante la inauguración del NOT tuvo lugar un acto simbólico por el que Carl Nordling, secretario general del Consejo Sueco de Investigaciones Científicas, hacía entrega a a Arne Ardeberg, de la Universidad de Lund y primer director de la asociación NOTSA, de un cheque por valor de 40.000 coronas suecas (entonces, unas 800.000 pesetas) para la adquisición de una "agenda informática" con la que poder recoger, de forma compacta, todos los datos que obtuviera el telescopio. © Carmen del Puerto (IAC)

1996: Inauguración del TNG

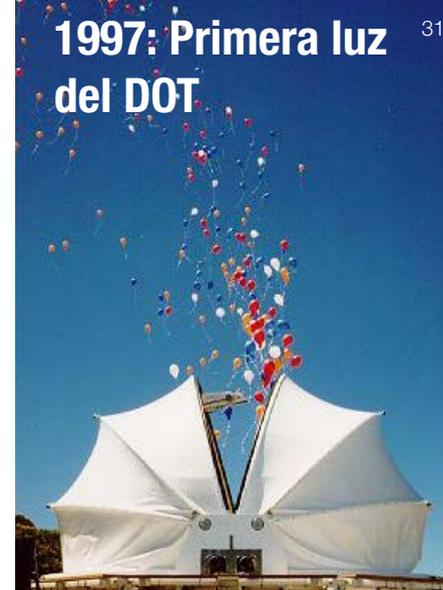


2003: Inauguración del MAGIC



2003: Inauguración del MERCATOR

1997: Primera luz del DOT



2003: Inauguración del SUPERWASP



2007: Primera luz del GTC



2015: Presentación JKT/SARA



2019: Acto académico GOTO



2009: Inauguración oficial del GTC



De izquierda a derecha: Carmen Vela, Federico Ferrini, Takaaki Kajita, Masashi Haneda, Anselmo Pestana, Pedro Duque, Nieves Lady Barreto, Takeshi Nakajima, Rafael Rebolo, Masahiro Teshima y Yeray Rodríguez.  
© Daniel López/IAC.



2018: Inauguración oficial del LST-1

2015: Primera piedra del LST-1



Acto de la primera piedra en presencia del presidente del Gobierno de Canarias, Fernando Clavijo, y con el premio nobel Takaaki Kajita. © Antonio González y Daniel López/IAC.

# CALP “Francisco Sánchez”

El Consejo Rector del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), en su reunión del 17 de enero de 2024, aprobó dar el nombre de “Francisco Sánchez”, primer catedrático de Astrofísica de España y director fundador del IAC, al Centro de Astrofísica en La Palma (CALP), ubicado en el municipio palmero de Breña Baja. El acto oficial del renombramiento del mismo tuvo lugar el 2 de abril, en presencia de autoridades, medios de comunicación y personal del IAC y de los Observatorios, además del propio Francisco Sánchez.



Panorámica del CALP “Francisco Sánchez”. © IAC

compromiso de ambas instituciones con la ciencia y la tecnología”, haciendo hincapié en la necesidad de “también hacer accesible y participe a toda la ciudadanía de lo que ocurre y se descubre en las cumbres de la Isla”.

Por último, la consejera de Presidencia, Administraciones Públicas, Justicia y Seguridad del Gobierno de Canarias, **Nieves Lady Barreto**, definió a Francisco Sánchez como “un enamorado de los cielos, especialmente de los de Canarias, una persona que ha dedicado su vida a hacer que los observatorios de Tenerife y La Palma sean referentes internacionales, algo que lo decimos de manera muy sencilla, pero que ha sido tan difícil de conseguir”. También afirmó que “nuestro referente, por encima de todo, es el cielo” y que “no podemos conformarnos con lo que somos, sino que tenemos que seguir avanzando para seguir cumpliendo sueños”.

También asistieron al acto oficial, entre otras autoridades, el Comisionado Especial para la Reconstrucción de La Palma, **Héctor Izquierdo**; la directora insular de la Administración General del Estado en La Palma, **Ana María de León**; el alcalde de Breña Baja, **Borja Pérez Sicilia**; el alcalde de Garafía, **José Ángel Sánchez**; y el alcalde de Santa Cruz de La Palma, **Asier Antona**.

El CALP, ahora CALP “Francisco Sánchez”, inaugurado en 2005, es la sede del IAC en la isla de La Palma, equipada con despachos para personal investigador y oficinas para la gestión de las instalaciones telescópicas, salas de reuniones y de conferencias, una biblioteca y cuenta con facilidades informáticas y de telecomunicaciones. También alberga el superordenador LaPalma, uno de los siete nodos de la Red Española de Supercomputación (RES), así como las oficinas de algunas de las instituciones científicas con telescopios en el Observatorio del Roque de los Muchachos, como el Gran Telescopio CANARIAS y la Colaboración MAGIC.



Francisco Sánchez, durante su discurso. © IAC

## PIONERO Y PROMOTOR DE LA ASTROFÍSICA ESPAÑOLA

Francisco Sánchez (Toledo, 1936) es uno de los pioneros y promotores de la Astrofísica en España desde que, en el año 1961, viajara por primera vez a Tenerife e iniciara los primeros estudios de la calidad astronómica del cielo de Canarias.

Con el firme convencimiento de que los cielos canarios eran excepcionales para la observación astronómica, en 1964 consiguió que la Universidad de Burdeos instalara el primer telescopio profesional en el Observatorio del Teide. Un acuerdo internacional con el que sentaba las bases de lo que serían todos los convenios posteriores para la instalación de telescopios internacionales a cambio de un 20% del tiempo de observación para la ciencia española.

Con Francisco Sánchez también nació el primer grupo de investigación astrofísica del país, el de ‘Alta Atmósfera y Medio Interplanetario’, y se realizaron las primeras tesis doctorales. En 1965 se incorporó a la Universidad de La Laguna (ULL) como profesor adjunto de Física en el Observatorio del Teide y, en 1969, presentó su tesis doctoral, la primera sobre Astrofísica leída en España. Se inicia entonces una larga trayectoria. En 1970 se creó en la ULL la primera plaza de profesor de Astrofísica en una universidad española, que ocupó Francisco Sánchez, quien también sería el primer catedrático de la materia en nuestro país en 1974. Francisco Sánchez es miembro de la Unión Astronómica Internacional (IAU), desde 1971, justo un año antes de la entrada en servicio de nuevos telescopios internacionales en el Observatorio del Teide y cuando los físicos solares europeos, asociados en la organización JOSO, empezaron sus primeras prospecciones en el Roque de los Muchachos en La Palma buscando la mejor ubicación para sus instrumentos.

En 1973, el impulso de Sánchez logró que se creara el Instituto Universitario de Astrofísica de la ULL, precursor del actual IAC. En La Palma, en 1976 comenzaron las obras de la carretera de acceso al Roque de los Muchachos con la construcción de una pista forestal, que terminó en 1978, lo que dio lugar al inicio del actual Observatorio del Roque de los Muchachos, que se ha convertido en uno de los más importantes del mundo.

Otro de los grandes hitos de Francisco Sánchez fue la puesta en marcha, en 1988, de la Ley para la Protección de la Calidad

Astronómica de los Observatorios del IAC, conocida como Ley del Cielo, convirtiendo a Canarias en la primera comunidad autónoma que limitaba los niveles de iluminación artificial para evitar la contaminación lumínica del cielo.

El IAC siguió en estos años con una estela de logros instrumentales y científicos no solo con sus observatorios, sino que, también, se inició en la colaboración con otros proyectos, como los satélites ISO y SOHO.

Entre sus innumerables logros, destaca que Francisco Sánchez fue el impulsor de la construcción y puesta en funcionamiento, a través de la sociedad anónima GRANTECAN, S.A, del Gran Telescopio Canarias, que fue inaugurado en el Observatorio del Roque de los Muchachos en 2009 y que a día de hoy es el telescopio más grande del mundo en el rango visible e infrarrojo.

En 2007, Francisco Sánchez participó en la Conferencia Internacional Starlight de La Palma, de la que surgió “La declaración en la defensa del cielo nocturno y el derecho a la luz de las estrellas”.

En 2009 promovió la creación de la Fundación Starlight con el objetivo de difundir los principios de la Declaración de La Palma.

El mismo año se celebró el I Festival Starmus, en el que Francisco Sánchez participó en un histórico debate bajo el Gran Telescopio Canarias, junto con conocidos astronautas y premios nobel.

En 2013, Francisco Sánchez dejó la dirección del IAC y pasó el relevo a Rafael Rebolo. En los siguientes años participó en conferencias y recibió nuevas distinciones por su carrera académica y profesional. En 2019 publicó el libro *Soñando estrellas*, un relato autobiográfico que ilumina su amor por el Universo y su compromiso con la astrofísica española.

Entre otras distinciones, Francisco Sánchez es Premio Canarias de Investigación y miembro de la Real Sociedad de Amigos del País desde 1985 y de la Academia Canaria de Ciencias desde 1987. Asimismo, es vicepresidente de la European Astronomical Society (EAS), desde 1994; pertenece al Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación desde 2003 y al Comité de Área de Ciencia y Sociedad del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) desde 2005.



Francisco Sánchez, junto a la placa del centro que lleva su nombre. © IAC



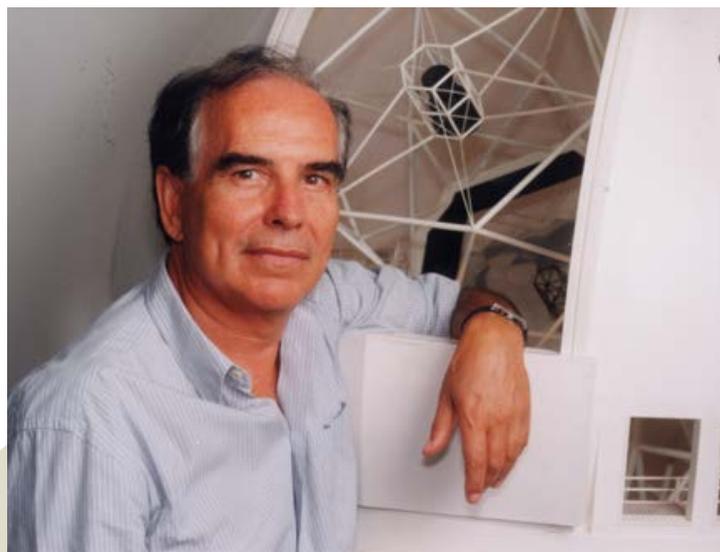
# “Con el CALP, La Palma tiene una ocasión excepcional para convertirse en un ‘Silicon Valley’”

(...) La “gran ciencia” requiere máquinas gigantescas (ya sean telescopios o aceleradores de partículas) a la última en tecnología. Y, mientras los resultados científicos son cultura -por lo tanto, un bien común, abierto al dominio de todos-, la tecnología generada, que es multiuso, es patentable. Esto lo tuve claro desde los comienzos, allá por los años sesenta del siglo pasado. Por ello, desde el principio, el IAC tuvo taller de mecánica y laboratorio de electrónica, y en sus plantillas hubo más ingenieros que astrofísicos.

Para sacar el jugo tecnológico a sus observatorios, el IAC ha hecho muchas cosas. Por ejemplo, construir en la década de los 80 el primer instrumento científico de un satélite que se hacía en España. Diseñar y construir el Gran Telescopio Canarias. Y, finalmente, después de largos años de pelearlo, ha conseguido poner en marcha IACTEC, un centro abierto a empresas y donde ya se están haciendo con éxito hasta satélites artificiales.

Cuento todo esto porque estoy convencido de que, con este gran Centro Astrofísico, La Palma tiene una ocasión excepcional para convertirse en un “Silicon Valley”.

¿Y por qué esta fantasía? Porque no es una fantasía: se dan las condiciones para ello.



## FRANCISCO SÁNCHEZ

Hoy, el Observatorio del Roque de los Muchachos está poblándose de grandes telescopios de todo el mundo; y este Centro de Astrofísica donde ahora estamos será la base de todos ellos. Aquí habrá talleres y laboratorios, y en él trabajarán cientos de científicos y tecnólogos de primera división. Por lo tanto, será un potente nido científico-tecnológico. ¡Vaya oportunidad para La Palma! Si es que se sabe aprovechar...

Esta inyección de materia gris para la Isla va mucho más allá de sus seguros réditos económicos directos. Y si se hacen las cosas bien, puede ser el embrión de empresas de alta tecnología. La triunfante Inteligencia Artificial puede florecer aquí.

Para ello, eso sí, habrá que dar facilidades burocráticas y mimos contributivos. El Cabildo y los Ayuntamientos tienen que tener visión de futuro y ser astutos. Vayan buscándose, desde ya, las apoyaturas legales para ello. En la propia normativa del ORM las hay. No puede suceder lo que está pasando con el gran telescopio americano, el TMT, que han tardado tantos años en darle los permisos que, a lo peor, se pierde, mientras que, por el contrario, sin trabas, esta maravilla estaría ya terminándose de instalar en el ORM; porque al principio, cuando decidieron venirse a La Palma, sí tenían los fondos necesarios para ello.

Con orgullo puedo decir que he querido a La Palma con obras. Y me voy a permitir la vanidad de señalar algunas de ellas. A mi edad y circunstancias... quedan los recuerdos.

Batallé, durante largos años, para que la calidad astronómica excepcional del Roque de los Muchachos fuese reconocida internacionalmente. Negocié y luché, también largos años, para que aquí empezasen a instalarse los telescopios más avanzados del momento. En mayo de 1979, en el Cabildo de La Palma, conseguí que se firmara el tratado multinacional, conocido como el “Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica”, a través del cual se internacionalizaron los Observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias. Tratado, aún en vigor, que permite que nuestro observatorio siga recibiendo los telescopios e instrumentos más avanzados.

En el verano de 1985, se inauguró, solemnísimamente, el Observatorio del Roque de los Muchachos por los Reyes de España, en compañía de cinco jefes de Estado más, con la presencia de ministros y autoridades de toda Europa, y una nutrida representación de astrofísicos de todo el mundo, encabezada por cinco premios nobel. Nunca en nuestro país había tenido lugar

un acto científico con tan altas autoridades. La Palma fue noticia en los medios internacionales, y no solo en todos los españoles.

Recuerdo cómo aproveché tan notoria ocasión para conseguir del Estado la restauración del Convento de San Francisco, sede hoy de un museo y centro cultural. Uno de sus patios tiene el atractivo turístico de los naranjos que sembraron los jefes de Estado en 1985. También conseguí que el Estado restaurase el Palacio Salazar, hoy centro cultural multiuso en el centro de la ciudad. Además, se consiguió la construcción de la carretera dorsal, que une el este con el norte de la Isla, pasando por la cumbre, donde está el ORM. Hoy polo turístico clave.

Recuerdo que un periodista me dijo, en aquel momento, que debía estar muy contento de ver culminada mi obra, y yo le respondí que esta inauguración “no era una culminación, sino el pórtico de entrada a algo muy grande”. Y que La Palma se convertiría en “la Isla del Sol y las Estrellas”.

Como reconocimiento a todo ello, el Cabildo Insular me nombró “Hijo Adoptivo de la Isla”, y me otorgó la “Medalla de Oro”. Títulos que guardo como gran honor. Como el posterior de “Hijo Adoptivo de Garafía”.

Ahora quiero hacer hincapié en otro hecho importante. En 2007, conseguimos reunir en La Palma un grupo amplio de expertos de todo el mundo, que concluyó redactando la llamada “Declaración de La Palma”, un documento “en defensa del cielo nocturno no contaminado y el derecho a la luz de las estrellas”. Y que, diez años después, en 2017, un nuevo grupo de expertos volvió a ratificar.

La Fundación Starlight, creada ex profeso, se ha encargado de expandir la Declaración de La Palma por todo el mundo, dando lugar a un potente movimiento turístico muy especial, el de las noches estrelladas, cada vez más de moda en el mundo; y fuente de ingresos creciente para La Palma. Doy algunas cifras de lo conseguido:

67 Destinos Turísticos Starlight  
19 Reservas Starlight  
83 Alojamientos Starlight  
15 Empresas  
12 Parques Estelares Starlight  
23 Otras modalidades

Todos ellos tienen que firmar su adhesión a la “Declaración de La Palma” (hay ya 1.172 adhesiones), y esto es importantísimo para La Palma, pues en todas ellas está siempre, explícitamente, el nombre de nuestra Isla. Además, cada 20 de abril se celebra la “Noche Mundial Starlight”, en conmemoración de la firma de la “Declaración de La Palma”, ese día de 2007.

No hay duda de que el Instituto de Astrofísica de Canarias (el “IAC”) ha puesto a La Palma en el mapamundi de la ciencia, la tecnología y el turismo de estrellas. Ahora, esta pequeña isla del Atlántico, se ha vuelto muy especial, y es conocida en todo el mundo.

Veo, con tristeza, que aún quedan personas desinformadas que ven el Observatorio como algo dañino; y que hablan, sin saber, de contaminación de acuíferos, y hasta de radiaciones que producen cáncer. Y no quieren comprender que es imposible que agua residual alguna procedente del Observatorio contamine los acuíferos. Hecho



Francisco Sánchez, durante su discurso. © IAC

científicamente probado y requeteprobado. Es imposible por dos razones: por los estrictos sistemas de depuración que tenemos arriba; y por los millones de toneladas de filtro natural que nos separan de las galerías de agua. Tampoco quieren ver estas personas, que un observatorio es un lugar radiactivamente pasivo, donde no se emite nada, solo se capta la energía radiante que procede de fuera de nuestro planeta. Es un lugar limpio, ¡no contaminante!

En mi afán por lograr que todos los palmeros se sientan orgullosos de su observatorio, y para terminar, voy a añadir unos cuantos beneficios más del Observatorio del Roque de los Muchachos:

Forzar a que se completara la red eléctrica de circunvalación de la Isla.

Conseguir que La Palma tenga una super red de telecomunicaciones, comparable a las de los países más avanzados. Precisamente, gracias a los super ordenadores del ORM y de este Centro Astrofísico, hubo que tender cables de comunicación submarina que los unen con el resto del mundo. Y los palmeros, sin darse cuenta, y sin coste adicional alguno, tienen comunicación plus en sus teléfonos personales y sus ordenadores.

Que el Producto Interior Bruto (PIB) debido a la actividad astrofísica en la Isla, sea del 3,3%, y que esté produciendo un 2,3% del empleo a tiempo completo. Y estos son datos de un estudio de la Facultad de Económicas de 2018; no hay duda de que hoy será mayor, y que irá subiendo.

Y uno no olvida, que este duro camino no lo ha hecho solo, que también se han dejado la piel a su lado un puñado de compañeras y compañeros, profesionales apasionados, sin los cuales nada de esto habría sido posible ¡me considero muy afortunado por todo ello! (...)

(Extracto y adaptación del discurso de Francisco Sánchez, director fundador del IAC, durante el acto del CALP en su honor)

# La Ley del Cielo

Bajo los cielos, los seres humanos hemos aprendido a orientarnos, hemos identificado la estación del año en la que nos encontrábamos y hemos mirado a las estrellas para decidir si tocaba recoger la cosecha o como inspiración de nuestras representaciones artísticas. Sin embargo, hoy en día, el excesivo alumbrado de los núcleos urbanos provoca un fulgor difuso en el cielo que dificulta alzar la mirada y ver algo distinto a la Luna. Es lo que se conoce como contaminación lumínica, un problema que ha permanecido siempre en un segundo o tercer plano y que ahora empieza a no pasar tan desapercibido. La isla de La Palma, a pesar de ser un punto más en el globo terráqueo, puede presumir de tener uno de los mejores cielos para la observación astronómica. Y gran parte de la relevancia actual del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), en cuanto a la calidad de observación, se debe a "La Ley del Cielo", la primera del mundo diseñada para la conservación del cielo de una zona determinada, en este caso La Palma, con el fin de evitar los efectos adversos de la luz artificial, y convirtiendo el Observatorio del Roque de los Muchachos en un referente mundial para la observación nocturna.

## JEFATURA DEL ESTADO

**25332** LEY 31/1988, de 31 de octubre, sobre Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias.

## MINISTERIO DE RELACIONES CON LAS CORTES Y DE LA SECRETARÍA DEL GOBIERNO

**8705** REAL DECRETO 243/1992, de 13 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 31/1988, de 31 de octubre, sobre protección de la calidad astronómica de los observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias.

Imagen nocturna de las Islas Canarias desde la ISS (International Space Station). © Samantha Christoforetti (ESA).

No cabe duda de que la iluminación eléctrica ha supuesto un avance importantísimo para la ciudadanía moderna. Ya nadie se imagina la noche sin luces que la iluminen. Destellos en la publicidad, edificios y monumentos que brillan en multicolor o cañones de luz que indican la localización de una discoteca son solo unos ejemplos de la cotidianeidad nocturna. Está claro que la electricidad se ha convertido en algo irrenunciable, pero ¿dónde termina la necesidad y empieza la ostentación?, ¿cómo marcar un límite entre el servicio público y el derroche energético?, ¿se ha caído en el error de vincular el desarrollo social con el despilfarro? Lo que está claro es que no siempre más luz significa iluminar mejor.

También tenemos la sensación generalizada de que, al caer la noche, cuanto más luz, más seguridad vial, más sensación de tranquilidad para los ciudadanos y más bellos se ven los edificios de nuestros pueblos y ciudades. Pero en esa persecución por iluminar cada vez más y convertir la noche en día, perdemos, entre otras cosas, la posibilidad de contemplar el paisaje más bello, el firmamento nocturno, declarado por la Unesco patrimonio de las generaciones futuras. La Comunidad de Canarias fue una de las primeras en darse cuenta de esta cuestión. Sus condiciones climáticas y geográficas le atribuyen un excelente escenario donde poder observar el firmamento. Por ello, el 31 de octubre de 1988, el Parlamento Español aprobó la **Ley sobre la Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC**, conocida como "Ley del Cielo", con el fin de garantizar la actividad investigadora y, en especial, preservar la calidad astronómica de nuestros observatorios. Esta ley que se ha convertido en un modelo seguido por otras provincias y comunidades españolas, como Cataluña, Baleares, Andalucía, Navarra, Cantabria, Castilla y León o Extremadura,

## MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA Y PARA LAS ADMINISTRACIONES TERRITORIALES

**7585** Real Decreto 580/2017, de 12 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 243/1992, de 13 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 31/1988, de 31 de octubre, sobre Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias.

## PRIMERAS CAMPAÑAS PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA ILUMINACIÓN NOCTURNA DE NÚCLEOS URBANOS PALMEROS EN EL BRILLO DEL CIELO

En la segunda mitad de los años setenta del siglo pasado, y como parte de las campañas de caracterización del cielo de La Palma, el astrofísico **Pedro Álvarez** llevó a cabo una serie de campañas, en los entornos de los principales núcleos urbanos de la Isla (Santa Cruz de La Palma y Los Llanos de Aridane), para determinar el efecto de la iluminación nocturna de estos núcleos urbanos en el brillo del cielo. Pretendía determinar el efecto indicado en función de la distancia a estos núcleos urbanos, de su nivel de población y de la potencia lumínica instalada. Y con todo ello, poder extrapolar el efecto de contaminación al Roque de los Muchachos. Estas campañas fueron la base de algunos trabajos de licenciatura (tesinas) que dirigió y el resultado de ellos se incorporó, años después, al Reglamento que desarrolla la Ley sobre la Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC (RD. 243/92). Desde aquellos años hasta ahora muchas de las condiciones han cambiado (los niveles de población, el tipo de luminarias y la potencia lumínica instalada). Gracias a la monitorización continua que se realiza en los Observatorios, se siguen actualizando las conclusiones obtenidas en aquellos años con el fin de predecir la evolución futura.

así como en otros lugares del mundo, como Chile, Hawái e Italia, además de implantarse en parques nacionales preocupados por proteger su biodiversidad.

Desde la entrada en vigor de esta ley, hace ya 36 años, y en particular a partir de 1992, año en que se aprobó su Reglamento (RD. 243/92) y se creó la **Oficina Técnica de Protección de la Calidad del cielo (OTPC)**, se invirtió, en la primera década, cerca de tres millones de euros en acondicionar las instalaciones del alumbrado público, consiguiendo con ello frenar el avance desmesurado de la contaminación lumínica. Además, la Ley del Cielo en Canarias ha significado un revulsivo del que han ido naciendo otras ideas y proyectos similares en otras comunidades autónomas. Entre estas iniciativas destaca la denominada 'Starlight', una declaración a nivel internacional en defensa de la calidad del cielo nocturno y el derecho de la humanidad a disfrutar de la contemplación del Universo, con la que la OTPC colabora de forma muy estrecha. En los últimos años, también se han firmado convenios de colaboración con Ayuntamientos no afectados por la Ley y que han querido sumarse a la protección del cielo, como es el caso de los ayuntamientos de La Laguna, Güímar o Mogán, y se han aprobado normativas para luchar contra este tipo de contaminación, ya sea por razones astronómicas o de tipo medioambiental, en regiones como Cataluña, Baleares, Andalucía, Navarra, Cantabria, Castilla y León o Extremadura.

## CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Desde sus comienzos, la Ley del Cielo ha protegido a los Observatorios del IAC de cuatro factores, pero fundamentalmente de la contaminación lumínica. Este ha sido un aspecto primordial dentro de la Ley, pero que solo protege al Observatorio del Roque de los Muchachos, aunque también afecta a la parte de Tenerife que tiene visión directa con La Palma y, por supuesto, a la propia Isla de La Palma, donde ha tenido una aplicación retroactiva, motivo por el cual se han estado realizando adaptaciones de numerosas instalaciones de alumbrado desde el año 1992. Las adaptaciones han supuesto, por una parte, la reducción potencial de la contaminación lumínica a la mitad, y por otra, un ahorro importante de dinero y de consumo eléctrico para las arcas municipales, más aun con la actual tecnología led, que no solo ha permitido un mayor ahorro en torno al 80% en las instalaciones previas ya adaptadas, sino también una mejora en la calidad de la iluminación al distribuir mejor la luz y con un índice cromático superior a la antigua lámpara de sodio de baja presión.

Para facilitar la correcta aplicación de la Ley y que los dispositivos de alumbrado cumplieran con ella fue necesario colaborar con numerosos fabricantes de luminarias. Para ello, se ensaya y certifican una gran cantidad de luminarias a efectos de facilitar a los ingenieros y diseñadores la realización de los



La Ley sobre Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC abarca cuatro aspectos fundamentales:

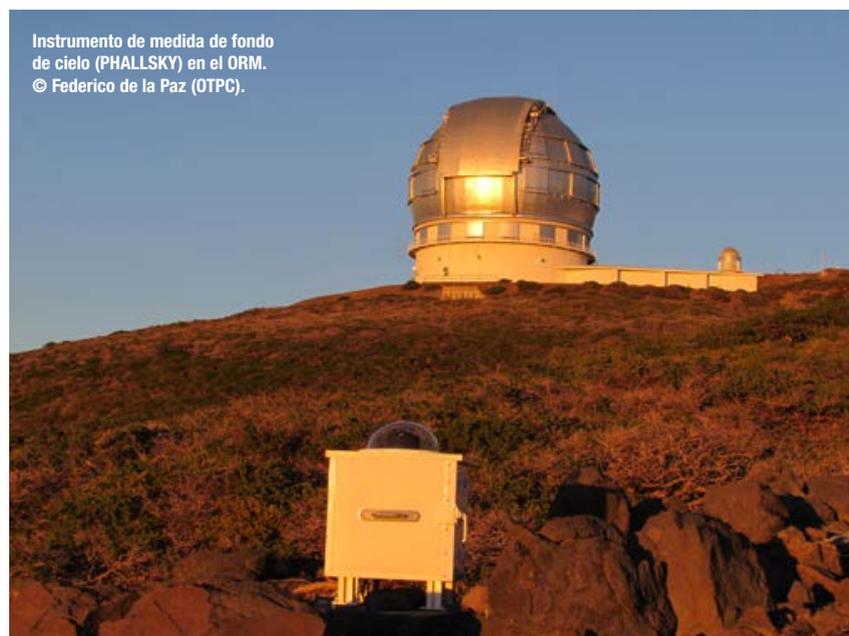
- CONTAMINACIÓN LUMÍNICA:** regula la iluminación de exteriores en la Isla de La Palma y la parte de la isla de Tenerife que tiene visión directa desde La Palma.
- CONTAMINACIÓN RADIOELÉCTRICA:** establece los niveles de radiación electromagnética para que no se interfieran los equipos y medidas de los Observatorios.
- CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA:** controla las actividades que puedan degradar la atmósfera en el entorno de los Observatorios.
- RUTAS AÉREAS:** regula el tráfico aéreo sobre los Observatorios evitando interferencias por rutas aéreas.

Esta ley es la única Ley en el mundo que protege estos cuatro aspectos fundamentales para preservar la calidad para la observación astronómica.

proyectos de alumbrado de exteriores de acuerdo a la Ley. En la actualidad se encuentran certificadas más de 650 luminarias de 65 fabricantes diferentes.

A su vez, para un mayor control de la contaminación, la Ley prevé que toda nueva instalación de alumbrado de exteriores debe estar acompañada por un informe técnico previo y preceptivo emitido por el IAC, de modo que cualquier nueva instalación cumpla con la normativa. Para ello, ha sido necesaria la colaboración de la Consejería de Industria del Gobierno de Canarias al ser la administración que tiene atribuida las competencias de velar por su cumplimiento. Hasta el momento han sido emitidos cerca de 4.600 informes técnicos a instalaciones de alumbrado. Pero no todas las nuevas instalaciones de alumbrado pasan por el IAC, ya sea por la ilegalidad de las mismas, ampliaciones de instalaciones existentes, poca concienciación por parte de los intervinientes en los proyectos de alumbrado o por cualquier otra circunstancia, por lo que desde el año 1994 se denuncian todas aquellas instalaciones que no cumplen con la normativa. En la actualidad se han tramitado más de 2.000 denuncias de las cuales 1.200 han sido resueltas fruto de aproximadamente 6.300 inspecciones.

Para un mayor control de los niveles de contaminación en los Observatorios del IAC se ha previsto un sistema de medidas de la contaminación lumínica en los dos observatorios. En la actualidad, están instalados en el Observatorio del Teide y en el Observatorio del Roque de los Muchachos tres instrumentos de medida automática del fondo del cielo PHALLSKY. El instrumento memoriza los datos del brillo del cielo cada 17 minutos en los filtros V, R, B, U en noches sin Luna y nos indica si la noche es fotométrica en cada una de las medidas.



Instrumento de medida de fondo de cielo (PHALLSKY) en el ORM.  
© Federico de la Paz (OTPC).

Una de las mayores preocupaciones desde la creación de la Ley, ha sido su propia difusión y colaboración con diferentes entes y organismos, lo cual ha repercutido en todo su desarrollo. Esta preocupación ha llevado consigo que, desde los comienzos de la Ley, se colaborara con todos los municipios afectados, las asociaciones de fabricantes de alumbrado, comités de iluminación nacional e internacional, los Cabildos de Tenerife y La Palma, otras comunidades autónomas, agrupaciones astronómicas y, a nivel científico, la **Red Española de Estudios sobre la Contaminación Lumínica (REECL)**. También, debido a los efectos negativos de la contaminación lumínica y la componente azul de las fuentes de luz en la biodiversidad y en nuestra salud, con organizaciones ecologistas o de cuidado del medio ambiente, como Greenpeace, Seo Birdlife o la más reciente colaboración con LIFE Natura@night, una alianza de las Islas de la Macaronesia para reducir la contaminación lumínica en estos territorios con abundante biodiversidad a proteger. Es obvio, que durante millones de años la vida en la Tierra ha evolucionado con el ciclo noche y día, y cambiar estos ciclos supone un impacto en todos los seres vivos del planeta, por lo que debemos actuar con precaución y racionalidad, mejorando nuestra calidad de vida de forma sostenible y evitando destruir la de otros seres vivos.

No se trata solo de permitir a los amantes del cielo disfrutar tranquilamente de su afición. Un alumbrado responsable permite también disminuir el gasto energético. Según datos de la OTPC del IAC, el consumo de energía se reduce utilizando luces adecuadas (como las de sodio de baja presión y leds) y con apagados durante las horas de la noche de las bombillas que no sean necesarias además de reducir el flujo, hasta en un 25 por ciento como mínimo, para el resto de alumbrados.



Iluminación con faroles certificados por el IAC en la calle Álvarez de Abreu (Santa Cruz de la Palma). © Federico de la Paz (OTPC).

Por otro lado, con farolas adecuadas que dirijan la luz hacia el suelo, dejando libre la bóveda celeste, se ilumina solo aquello que interesa y, según los expertos, se respetaría mucho más a varias especies animales de hábitos nocturnos que se ven afectadas por tanta luz.

En Canarias, casi tres millones de euros se han invertido para modificar el alumbrado público e intentar aislar a los Observatorios del IAC de la citada contaminación. Toda una batería de medidas que, sin duda, han tenido una repercusión importante tanto nacional como fuera de nuestras fronteras. Buen ejemplo de ello lo constituye 'Startlight', una declaración internacional en defensa de la calidad del cielo nocturno y el derecho de la Humanidad a disfrutar de la contemplación del Universo. En otras comunidades autónomas, como Cataluña, Baleares o Andalucía, han surgido ideas y proyectos que también intentan luchar contra este tipo de contaminación.

Si comparamos la luz eléctrica con el agua corriente, nadie permitiría que una fuente ornamental no tuviese un circuito cerrado para que el líquido transparente fuese reaprovechado. Y es que tirar el agua está mal visto. Sin embargo, desperdiciar luz en una farola que ilumine demasiado parece no haber calado hondo en la conciencia pública, a pesar de ser este un recurso no renovable. La electricidad se extrae del uranio, petróleo y carbón, todos ellos agotables y contaminantes.

Seguramente, si una pantalla enorme obstaculizara el disfrute del paisaje montañoso que rodea a una ciudad, o de los ríos que la atraviesan, la sociedad mantendría una actitud más crítica frente a un mal diseño del alumbrado público. El motivo es que este también roba a los ciudadanos la posibilidad de disfrutar de otra parte, al igual que la sierra, del paisaje natural: la noche. Si cada uno pone un poco de su parte, aquello de que solo en pueblos pequeños se disfruta de un cielo estrellado pasará a la historia y las grandes urbes recuperarán un tesoro que nunca deberían haber perdido.

#### CONTAMINACIÓN RADIOELÉCTRICA

Otro de los aspectos de La Ley es la contaminación radioeléctrica que, aunque con menores dificultades, no por ello ha sido menos importante. Con el objetivo de controlar este tipo de contaminación se ha llegado a un acuerdo con la Secretaría General de Telecomunicaciones para la realización periódica de medidas de fondo de radiofrecuencia en ambos observatorios. Además, se dispone de un equipo portátil para el control periódico a fin de detectar frecuencias con niveles superiores a los establecidos por la Ley.



Luminaria certificada por el IAC con filtro ámbar para impedir la emisión de luz azul.  
© Federico de la Paz (OTPC).

#### ESPACIO AÉREO

Uno de los mayores logros por parte del IAC dentro del ámbito de protección de los Observatorios se consiguió el 17 de mayo de 1998, cuando el espacio aéreo de los observatorios fue declarado "Zona de Protección Ecológica", actualmente como zona restringida. Esto significó que tanto el Observatorio del Teide como el del Roque de los Muchachos quedaban libres del tráfico aéreo por encima de los 2.400 metros, de modo que ambas islas no podrían ser sobrevoladas por vuelos internacionales, generalmente en las rutas entre Europa y América. Por ello, los habitantes de estas islas no ven tantas trazas de aviones en el cielo como en el resto de territorios.

#### CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Por último, en lo que se refiere a contaminación atmosférica, la Ley limita la instalación de industrias o actividades contaminantes por encima de los 1.500 metros. Esto que parecía ser muy controvertido inicialmente, ha resultado ser el que menos problemas ha suscitado, debido a la ausencia en las Islas de Tenerife y La Palma de industrias potencialmente contaminantes a esta altura y además por ser zonas de espacios protegidos (Parque Nacional, corona forestal, etc.).

Han pasado más de treinta y dos años desde la creación de Oficina Técnica de Protección de la Calidad del Cielo del IAC y se han resueltos muchos problemas como la declaración de espacio aéreo protegido y desarrollar nuevas especificaciones técnicas de las fuentes de luz con leds en las que han sido pioneros, pero aún queda otros por resolver, como el continuar con la protección de los Observatorios de la contaminación lumínica, adaptando los puntos de luz que por alguna circunstancia no cumplen la Ley y concienciar a la población sobre los beneficios medioambientales de reducirla y los efectos adversos por no hacerlo. El IAC inició una nueva forma de entender la iluminación de exteriores que se ha extendido, no solo a nivel nacional, sino a todo el mundo. Iluminar adecuadamente significa alumbrado inteligente, ahorro energético, reducción del impacto ambiental y cielos limpios. Además, debemos entender que estos cielos limpios no solo son un recurso para los científicos, los aficionados y el astroturismo, sino un patrimonio para la humanidad y el paisaje más inmenso que podemos admirar. Una manera de sentirnos humanos formando parte de un maravilloso universo infinito.

Más información:  
Páginas web: <http://www.iac.es>  
<https://fundacionstarlight.org/>  
<http://www.iac.es/otpc/>  
<https://guaix.fis.ucm.es/reelc/>

FEDERICO DE LA PAZ y FRANCISCO JAVIER DÍAZ CASTRO  
Oficina Técnica para la Protección  
de la Calidad del cielo (OTPC)



Logo de la campaña de conmemoración del 30 Aniversario de la Ley del Cielo. © Gabriel Pérez Díaz, SMM (IAC).

## CELEBRACIÓN DEL 30 ANIVERSARIO DE LA LEY DEL CIELO

Imagen nocturna desde el Observatorio del Roque de los Muchachos. © Daniel López/IAC.



Gracias a la aplicación de la Ley del Cielo, a las excelentes condiciones de calidad de los cielos de Canarias -gran nitidez, alta transparencia atmosférica y escasa nubosidad-, se están sumando cielos cada vez más oscuros y sin tráfico aéreo. Su caracterización y preservación han posicionado a los Observatorios de Canarias entre los mejores enclaves del Planeta para la Astronomía. Otras consecuencias directas son el ahorro energético y económico, así como la reducción del impacto en el medioambiente y en la biodiversidad derivado de un alumbrado inadecuado.

En 2018, con motivo de la conmemoración del 30 Aniversario de la Ley del Cielo, el IAC y los Observatorios de Canarias organizaron una serie de actividades en el marco de la iniciativa “Protege tu cielo”. Una de ellas fue la campaña “30 años, 30 imágenes” en redes sociales, con 30 fotografías tomadas desde las Islas que han sido reconocidas por la NASA como Astronomy Picture of the Day (APOD). Muchas de ellas están vinculadas a La Palma, como la imagen de la siguiente página, en la que se ven los telescopios MAGIC, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, y la lluvia de estrellas de las Perseidas, seleccionada APOD el 20 de agosto de 2016. Asimismo, en La Palma se celebró una sesión del Proyecto Interreg “Night Light”, dedicado al astroturismo y al control de la contaminación lumínica y en el que participa el Cabildo de La Palma. Y en el Museo Arqueológico Benahoarita, del municipio palmero de Los Llanos de Aridane, tuvo lugar un evento organizado por el IAC y el equipo del Telescopio de Treinta Metros (TMT): un acto oficial en presencia de autoridades por el 30 Aniversario, una mesa redonda con el lema “El valor del cielo de La Palma” y una fiesta de las estrellas, “Acércate a tu cielo”, encuentro popular de observación astronómica con telescopios y chocolatada en la plaza externa al Museo.



Participantes en la mesa redonda, moderada por Juan Carlos Pérez Arencibia, entonces administrador del Observatorio del Roque de los Muchachos: Juan José Díaz, profesor titular del Departamento, Economía, Contabilidad y Finanzas de la Universidad de La Laguna (ULL) y uno de los autores del estudio “El impacto económico y social de la Astrofísica en Canarias”; Christophe Dumas, jefe de Operaciones del Telescopio de Treinta Metros (TMT), que aclaró la situación actual en torno a este telescopio; Marc Balcells, director del Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING); Anselmo Sosa, gerente de la Oficina de Proyectos Institucionales y Transferencia de Resultados de Investigación del IAC; Alicia Vanoostende, entonces consejera de Turismo del Cabildo de La Palma; Antonia María Varela, directora de la Fundación Starlight (se conectó por videoconferencia); y Javier Díaz Castro, Jefe de la OTPC.

# La inspiradora belleza del cielo nocturno

“Soy hombre: duro poco y es enorme la noche. Pero miro hacia arriba: las estrellas escriben. Sin entender comprendo: también soy escritora y en este mismo instante alguien me deletrea.”

OCTAVIO PAZ

El cielo ha sido, es y será una inspiración para toda la Humanidad. Los seres humanos hemos observado desde tiempos inmemoriales el cielo para interpretarlo, para entender las leyes físicas que lo gobiernan o simplemente para deleitarnos con su belleza. Este interés en el cielo ha tenido implicaciones muy profundas para la ciencia, la filosofía, la religión, la cultura y sobre nuestro concepto general del mundo.

El indudable valor científico, educativo y cultural que representa el cielo y la capacidad de acceder a la luz de las estrellas no son, por lo general, suficientemente conocidos o valorados. Hoy podemos considerar que el Universo es un laboratorio que atesora una infinidad de conocimientos sin descubrir. De su observación se desprenden día a día nuevos logros científicos y beneficios tecnológicos.

Lo que podemos considerar como el derecho a la observación de las estrellas tiene también otras muchas dimensiones que afectan directamente a múltiples facetas de nuestra vida. La mera oportunidad de observar el firmamento es un componente indiscutible de la calidad de vida cotidiana de los ciudadanos, y es también un referente que permite valorizar y redescubrir el inmenso patrimonio cultural tangible e intangible que hemos acumulado observando los limpios cielos nocturnos.

Una buena parte de nuestro patrimonio cultural se fundamenta en la Astronomía o “conocimiento de las estrellas”. Stonehenge, Tebas, Guiza, Chichen-Itzá, Delos o Mesa Verde son solo algunos de los monumentos que simbolizan este legado, al que hay que sumar la infinidad de manifestaciones artísticas y etnográficas que se conservan en todas las latitudes de la Tierra. Un patrimonio que también se expresa en las medidas del tiempo y en el arte de navegar en todas las épocas, en la lectura del firmamento para saber cómo obtener abundantes cosechas, o en ese espacio imaginario en el que muchas culturas han basado las predicciones del futuro.

Desde Aristóteles a Copérnico o Galileo, el cielo nocturno ha marcado la historia de la Ciencia y la percepción cultural del mundo. Muchas de las manifestaciones relacionadas con las estrellas refuerzan la identidad de pueblos y culturas. Incluso algunas de las grandes rutas del conocimiento, la peregrinación o el comercio han sido diseñadas con las estrellas. Tal es el caso del Camino de Santiago sustentado por la Vía Láctea, la cosmogonía en la que se basa la peregrinación a La Meca o el impresionante recorrido astronómico que aflora en la Ruta de la Seda.

Tampoco debemos olvidar que la visión de los cielos en la noche son la base y el atractivo del desarrollo turístico en muchos destinos del planeta, aportando infinitas visiones, del mar a las altas montañas, contemplando las auroras boreales o los limpios cielos de los desiertos.

El derecho a la observación de las estrellas y a un cielo limpio representa algo que va más allá del hecho de garantizar el desarrollo de la ciencia o el disfrute de las personas, ya que implica también un compromiso con la conservación del medio ambiente y la posibilidad de disponer de los beneficios tecnológicos, económicos y culturales que proporciona de forma continua. Es también, al fin y al cabo, un compromiso con las generaciones futuras.

Si consideramos el cielo oscuro y estrellado una parte de la naturaleza y nuestra herencia del mundo y de la vida, entonces deberíamos tratar de preservarlo. Con ello garantizaríamos no solo un recurso para los científicos, sino un patrimonio para las generaciones futuras y el paisaje más inmenso que podemos admirar.

FEDERICO DE LA PAZ,  
Jefe técnico de la OTPC

Artículo publicado en el blog del IAC “Vía Láctea s/n”



Imagen de rayos gamma y polvo de cometa. Crédito: Daniel López. Esta imagen, en la que se ven los telescopios MAGIC, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, y la lluvia de estrellas de las Perseidas, fue seleccionada APOD en agosto de 2020 (<https://apod.nasa.gov/apod/ap160820.html>)

# La noche que la isla canaria de La Palma se quedó a oscuras

En septiembre de 1985, el mítico cometa Halley ya era observado desde el complejo astrofísico del Roque de los Muchachos, en el término municipal de Garafía, en la isla canaria de La Palma. Desde el telescopio Isaac Newton, científicos británicos y españoles descubren que el diámetro del cometa era ocho veces superior al calculado. Los estudios de la composición química del núcleo apuntarían el origen del planeta. La noticia recorrió el mundo y los palmeros comenzamos a mirar al cielo en busca del legendario cuerpo celeste que cada 76 años se aproxima a la Tierra

Todo empezó casi como una “apuesta”. Una noche, cuando estábamos en el Roque de los Muchachos haciendo un reportaje de los primeros avistamientos del cometa Halley para la Agencia Efe, los científicos comentaban que la contaminación lumínica no les dejaba observar con nitidez el cometa. Y de allí partió la idea. Les dije: “¿Y si apagamos las luces de la Isla por el interés científico? Los palmeros somos capaces de hacerlo”.

Al día siguiente nos pusimos en marcha y “enredamos” en el proyecto al Patronato de Turismo del Cabildo de La Palma. Los 14 municipios de la Isla, durante tres horas del 12 de abril de 1986, apagaron el alumbrado público, y los vecinos hicieron lo mismo con el fluido doméstico y comercial. Por esos años, La Palma contaba con unos 40.000 habitantes.

Al día siguiente, la prensa regional y nacional daba cuenta del resultado. El por entonces director del IAC, **Francisco Sánchez**, declaraba que había sido “una experiencia única en el mundo”. Los astrofísicos del Roque de los Muchachos agradecían a la población palmera la colaboración y se mostraban “eufóricos”. “Hemos obtenido unos resultados que eran impensables antes de esta experiencia”, resaltó el científico **José Vilchez**. Las investigaciones de esa noche, en casi total oscuridad lumínica, se basaron fundamentalmente en “cuásares”, que en otras ocasiones son de muy difícil acceso, y también el estudio de la Galaxia M-101 y el propio Halley. La euforia de los científicos se refleja en las palabras del astrofísico **Roberto Terlevich**, quien indicó que “esta experiencia sería deseable que se pudiera efectuar en otras ocasiones”.

Durante las tres horas del apagón, entre las dos y las cinco de la madrugada, informaron las autoridades de que no se había producido “ni un solo incidente digno de mención”. El por ese entonces delegado del Gobierno, **Carlos Fernández**, días antes manifestaba que se habían tomado todas las medidas oportunas y las fuerzas de seguridad estarían más atentas que nunca durante ese tiempo de observación astrofísica a “oscuras”, por “lo que los amigos de lo ajeno lo tendrán difícil”. Concluía el delegado diciendo: “Son tres horas durante las cuales habrá mucha gente

en la calle, por lo que las posibilidades de que ocurra algo se reducen al mínimo”.

Un dato anecdótico de esas tres horas fue el cálculo en 32.406 pesetas que se ahorraron en el corte de luz los municipios palmeros, según informó **Mauro Fernández**, de UNELCO, por ese entonces director insular de la empresa.

El programa de esos días se comenzó con dos conferencias: una en Los Llanos de Aridane y otra en Santa Cruz de La Palma por los astrofísicos **Francisco Sánchez** y **Mercedes Prieto**. En programas de mano se indicaba a los palmeros los mejores lugares para observar al Halley y allí se fueron pertrechados de viandas, abrigo y prismáticos. El resultado popular no fue todo lo deseado y la prensa titulaba “Decepción en la calle y euforia científica por el “apagón”. La isla dormía bajo nubes que imposibilitaron ver claramente el cometa.

El Patronato de Turismo contó con la colaboración de la Delegación del Gobierno, la por entonces Radio Cadena Española -hoy integrada en RNE-, Caja Canarias y los 14 municipios. Lo más difícil fue coordinar el plan de seguridad y poner a los ayuntamientos palmeros de acuerdo. El fin merecía la pena, que era “ver y observar mejor al cometa”. La repercusión mediática fue importante a nivel nacional e internacional, cubierto todo ello por la Agencia EFE. Incluso se logró el cierre del Telediario de TVE, que en ese año dirigía **Luis Carandell**. Filmar un “apagón” parecía difícil y se eligió recoger desde el Risco de la Concepción, en Breña Alta, el sincronizado y por partes apagón total de Santa Cruz de La Palma.

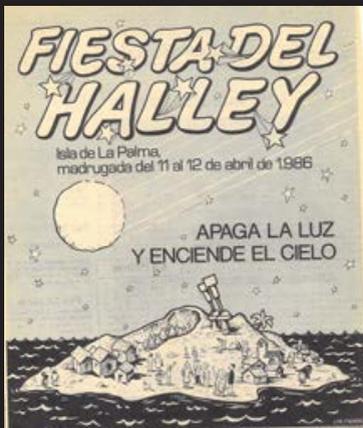
Fue la noche del “todos a una”. Fue la noche en que los cielos palmeros estuvieron abiertos, de par en par, al enigmático Universo. Fue el día que los palmeros empezamos a conocer, en mayor profundidad, la responsabilidad que teníamos ante el interés científico de las observaciones del Roque de los Muchachos y colaborar en la nula contaminación lumínica. Dos años después, el 31 de octubre de 1988, el Gobierno central aprobó la llamada popularmente Ley del Cielo (Ley sobre Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC), que regulaba la normativa de las luminarias de la Isla. Durante años, el ejecutivo estableció ayudas para el paulatino cambio de las luminarias públicas de exteriores.

La Palma y sus gentes respondieron. La meta prevista se logró y la Isla “apagó la luz y encendió el cielo”.

MARÍA VICTORIA HERNÁNDEZ

Promotora de la iniciativa “Fiesta del Halley, Apaga la luz y enciende el cielo”, 1986

(Adaptación del artículo encargado por el Cabildo de La Palma a María Victoria Hernández con motivo de los actos del X Aniversario de la Declaración Starlight de La Palma).



Arriba, el Cometa Halley en una de sus apariciones, en el año 1066, según el Tapiz de Bayeux. Y abajo, cartel de la convocatoria para su observación.



El cometa Halley, en 1986, desde La Palma (autor desconocido)

# El paso del cometa HALLEY y APAGONES en La Palma

Para observar el cometa Halley en su mayor acercamiento a la Tierra, los 14 municipios de la isla de La Palma apagaron el alumbrado público y privado en la madrugada del 12 de abril de 1986, durante tres horas, dentro de la campaña “Apaga la luz y enciende el cielo”. Esta iniciativa volvió a repetirse en 1995 bajo el lema “Apaga una luz y enciende una estrella”, en la que durante una hora las islas de la provincia de Santa Cruz de Tenerife y algunos municipios de Las Palmas (el 90% de las instituciones contactadas) apagaron el alumbrado. De nuevo, en 2017, y con motivo del X Aniversario de la Declaración Starlight de La Palma, todos los municipios palmeros apagaron la luz durante una hora para disfrutar de sus cielos nocturnos y las estrellas. Desde entonces se suceden iniciativas similares convocadas en La Palma para disfrutar de un cielo estrellado y facilitar la observación astronómica.



Imágenes del cometa Halley, con distintos filtros, obtenidas en marzo de 1986 desde los Observatorios de Canarias. © Mercedes Prieto y Mark Kidger (IAC)



Distintas convocatorias de “apagones” en La Palma. La mayoría, convocadas por la Fundación Starlight o en el marco de ASTROFEST, del Cabildo de La Palma. También, para recaudar fondos para La Palma cuando la erupción volcánica.



FOTO DE LA PALMA AHORA. © eldiario.es

## Apaga la luz y enciende las estrellas

### X ANIVERSARIO DE LA DECLARACIÓN STARLIGHT DE LA PALMA

Todos los Municipios de La Palma apagaron la luz para ver las estrellas el día 21 de ABRIL de 2017 de las 22.00h a las 23.00h

MUNICIPIO	ZONA A APAGAR	ACTIVIDAD	CONCIERTO
S/C de La Palma	Aedo, Marfaca	Observación con telescopio	23.00h Concierto de Tenor y Pianista
Fontvieja	Caja Lujan	Observación con telescopio	23.00h Concierto de viola con solista
San Andrés y Calcutra	Charra Aod	Observación con telescopio	23.00h Concierto "Tul de Sig"
Bardanes	Prizas de La Figosa	Observación con telescopio Exposición multimedia	23.00h Banda Municipal de música Sinfónica de Bardanes
Vila de Sanja	Almacén en patio del village "Plaza de Las Papas"	Observación con telescopio	23.00h Concierto de Tenor con proyección en Las Trucas
Fontvieja	Almacén Ricardo Agre Barrio de Sanja	Observación con telescopio	23.00h Angélica Prohara con su piano y guitarra Sachi Sachi...
Figueras	Plaza de la Paz	Charla interactiva de luz con proyección	23.00h Tuba de jazz y viola con Sara Palmer y José Torres
Las Llanas de Aridane	Aedo, Puerto Mole	Observación con telescopio	23.00h Concierto de música Sinfónica de Breña Alta
Fontvieja	Observatorio Monte Propaganda y Deportes	Observación con telescopio	23.00h Concierto
El Paso	Plaza Ayuntamiento de Sanja	Observación con telescopio en observatorio de Sanja	23.00h Concierto de Banda Sinfónica de La Casa de la Cultura
Breña Alta	Plaza Las Alamos	Observación con telescopio	23.00h Orquesta de Tuba y Mando 23.00h Concierto de Música
Breña Baja	Plaza de San Mateo de Breña Baja	Observación con telescopio	23.00h Concierto de piano y Tuba
Vila de Sanja	Museo de Arte y Arquitectura	Observación con telescopio con proyección	Musical de Ópera a los Estrellas
Fontvieja	Centro de actividades de Breña	Observación con telescopio con proyección	23.00h Banda Municipal de Música

# DECLARACIÓN STARLIGHT

## DECLARACIÓN SOBRE LA DEFENSA DEL CIELO NOCTURNO Y EL DERECHO A LA LUZ DE LAS ESTRELLAS (DECLARACIÓN DE LA PALMA)

Los participantes en la Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas, reunidos en La Palma, Islas Canarias, España, el 19 y 20 de Abril de 2007, conjuntamente con representantes de la UNESCO, OMT, IAU, PNUMA-CMS, CE, SCDB, COE, Programa MaB y Convención Ramsar,

Conscientes de que la visión de la luz de las estrellas ha sido y es una inspiración para toda la Humanidad, que su observación ha representado un elemento esencial en el desarrollo de todas las culturas y civilizaciones, y considerando que la contemplación del firmamento ha sustentado a lo largo de la historia muchos de los avances científicos y técnicos que definen el progreso;

Guiados por los principios enunciados en la introducción de la propuesta de la Declaración del 2009 como Año Internacional de la Astronomía (33a Sesión de la Asamblea General de la UNESCO) que define al cielo como una herencia común y universal, y una parte integrante del ambiente percibido por la Humanidad;

Recordando que la Humanidad ha observado siempre el firmamento para interpretarlo y para entender las leyes físicas que gobiernan el universo, y que este interés en la astronomía ha tenido implicaciones profundas en la ciencia, la filosofía, las costumbres, y en nuestra concepción general del mundo;

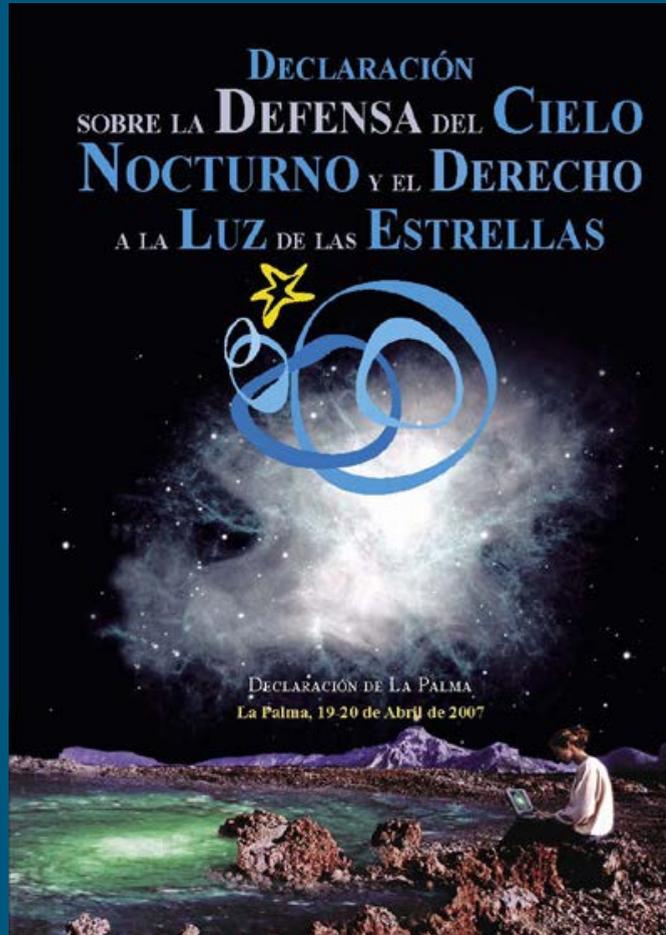
Reconociendo que la calidad del cielo nocturno y, por tanto, el acceso a la luz de las estrellas y de cuantos objetos llenan el universo, se está deteriorando en muchas zonas, que su contemplación se hace cada vez más difícil, y que este proceso nos enfrenta a la pérdida generalizada de un recurso cultural, científico y natural con consecuencias imprevisibles;

Comprobando que el deterioro de la nitidez de la noche comienza a representar un serio riesgo para la continuidad de las observaciones astronómicas, siendo una rama de la ciencia que produce en la actualidad un caudal de beneficios directos e indirectos cada vez más apreciados;

Considerando que en la Conferencia de Río de 1992 se proclamó la necesaria defensa de “la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra”, y que esta defensa incluye la dimensión de los cielos nocturnos y la calidad de la atmósfera;

Recordando que la Declaración Universal de los Derechos Humanos de las Generaciones Futuras afirma que las personas pertenecientes a las generaciones venideras tienen derecho a una tierra indemne y no contaminada, incluyendo el derecho a un cielo limpio, y tienen derecho a disfrutar de esta Tierra que es el soporte de la historia de la humanidad, de la cultura y de los lazos sociales, lo que asegura a cada generación y a cada individuo su pertenencia a la gran familia humana;

Teniendo en cuenta la vigencia de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas, y las diversas declaraciones internacionales sobre el desarrollo sostenible,



así como los convenios y protocolos sobre medio ambiente, salvaguarda de la diversidad cultural, la diversidad biológica y el paisaje, los relativos a la conservación del patrimonio cultural y a la lucha contra el cambio climático, y que todos ellos, directa o indirectamente, inciden sobre la necesidad de salvaguardar la limpieza de los cielos nocturnos;

Considerando la urgente prioridad de proteger los cielos nocturnos de la intrusión de la luz artificial atendiendo a los beneficios que reporta para la ciencia, la cultura, la educación, el medio ambiente, la salud y la gestión responsable de los recursos

Convencidos de la necesidad de establecer alianzas eficaces y urgentes entre los principales actores que pueden frenar con sus decisiones el

proceso de degradación de la calidad del cielo nocturno, con el fin de forjar la esperanza de recuperar y garantizar la pervivencia del legado de la luz de las estrellas;

APELAN a la comunidad internacional, y en particular INSTAN a los gobiernos, a las demás autoridades e instituciones públicas, a los decisores, planificadores y profesionales, a las asociaciones e instituciones privadas concernidas, al mundo de la ciencia y de la cultura, y a todos los ciudadanos a título individual, a adoptar los siguientes principios y objetivos de esta declaración:

1 El derecho a un cielo nocturno no contaminado que permita disfrutar de la contemplación del firmamento, debe considerarse como un derecho inalienable de la Humanidad, equiparable al resto de los derechos ambientales, sociales y culturales, atendiendo a su incidencia en el desarrollo de todos los pueblos y a su repercusión en la conservación de la diversidad biológica.

2 La progresiva degradación del cielo nocturno ha de ser considerada como un riesgo inminente que hay que afrontar, de la misma manera que se abordan los principales problemas relativos al medio ambiente y a los recursos patrimoniales.

3 La conservación, la protección y la puesta en valor del patrimonio natural y cultural asociado a la visión del firmamento, representa un ámbito privilegiado para la cooperación y defensa de la calidad de vida. Por parte de todos los responsables, esta actitud implica un auténtico reto de innovación cultural, tecnológica y científica, que exige realizar un esfuerzo continuado que haga posible redescubrir el valor del cielo nocturno como parte viva de nuestro legado patrimonial y de nuestra cultura cotidiana.

4 El conocimiento, apoyado en la educación, constituye la clave que permite integrar la ciencia en nuestra cultura actual, contribuyendo al avance de la Humanidad. La difusión de la astronomía, así como la promoción de los valores científicos y culturales asociados a la contemplación del firmamento, deberán considerarse como contenidos básicos a incluir en la actividad educativa en todos los ámbitos, algo imposible de realizar si no se dispone de un cielo poco contaminado y de una apropiada formación de los educadores en estas materias.

5 Los efectos negativos sobre la calidad atmosférica de los cielos nocturnos en los espacios naturales, causados por el incremento de las emisiones y la intrusión de la luz artificial, afectan gravemente a muchas especies, hábitats y ecosistemas. El control de la contaminación lumínica debe por lo tanto ser un requisito básico en las políticas de conservación de la naturaleza, incorporando esta dimensión en la gestión de las áreas protegidas, garantizando de forma más efectiva la protección del medio natural y la conservación de la diversidad biológica.

6 Habida cuenta que la noche estrellada forma parte integrante del paisaje que la población de cada territorio percibe, incluyendo las áreas urbanas, se considera necesario que las políticas de paisaje desarrolladas en los diferentes ordenamientos jurídicos incorporen las normas correspondientes orientadas a la preservación de la calidad del cielo nocturno, permitiendo así garantizar el derecho de todos a la contemplación del firmamento.

7 Ha de promoverse el uso racional de la iluminación artificial, de tal forma que el resplandor que provoca en el cielo se reduzca a un mínimo aceptable, evitando igualmente los impactos nocivos sobre los seres humanos y la vida en la naturaleza. Las administraciones públicas, la industria de la iluminación y los principales actores que inciden en la toma de decisiones, han de asegurar un uso responsable de la luz artificial por parte de todos los usuarios, integrando esta dimensión en la planificación y en las políticas de

sostenibilidad energética, las cuales habrán de apoyarse en mediciones de la contaminación lumínica, tanto desde la tierra como desde el espacio. Tal actitud implica un uso más eficiente de la energía en consonancia con los acuerdos sobre el cambio climático y la protección del medio ambiente.

8 Los ámbitos privilegiados para la observación astronómica constituyen un bien escaso en el planeta, y su conservación representa un esfuerzo mínimo en comparación con los beneficios que aportan al conocimiento y al desarrollo científico y tecnológico. La protección de la calidad de los cielos en estos espacios singulares deberá constituir una prioridad en las políticas medioambientales y científicas de carácter regional, nacional e internacional. Habrán de extremarse las medidas y disposiciones que permitan proteger tales espacios de los efectos nocivos de la contaminación lumínica, radioeléctrica y atmosférica.

9 Al igual que otras actividades, el turismo puede convertirse en un poderoso instrumento para desarrollar una nueva alianza en favor de la calidad del cielo nocturno. El turismo responsable puede y debe integrar el paisaje del cielo nocturno como un recurso a resguardar y valorar en cada destino. La generación de nuevos productos turísticos basados en la observación del firmamento y los fenómenos de la noche, abre posibilidades insospechadas de cooperación entre los actores turísticos, las comunidades locales y las instituciones científicas.

10 Los espacios pertenecientes a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera, los Sitios Ramsar, los declarados Patrimonio de la Humanidad, los Parques Nacionales o las Reservas Naturales que combinan valores excepcionales naturales o paisajísticos dependientes de la calidad del cielo nocturno, están llamados a integrar la protección de los cielos limpios como un factor clave que refuerza su función de conservación de la naturaleza.

Deberán ponerse en práctica todas las medidas necesarias con el fin de informar y sensibilizar al conjunto de implicados en la protección del medio ambiente nocturno, ya sea a nivel local, nacional, regional o internacional, sobre el contenido y los objetivos de la Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas celebrada en la Isla de La Palma.



Sergio Rodríguez, presidente del Cabildo de La Palma, en el acto del 17 Aniversario de la Declaración de La Palma en defensa del cielo nocturno celebrado en el Patio de Los Naranjos del antiguo Convento de San Francisco, destacó el papel de la ciudadanía en esa protección. © Cabildo de La Palma

# “Preserving the Skies”

## Preservando los Cielos

La isla de La Palma acogió en abril de 2017 el congreso internacional “Preserving the Skies: X Anniversary of the Starlight Declaration”, organizado por el IAC y la Fundación Starlight con motivo de la celebración del X Aniversario de la “Declaración Starlight” para la defensa de la calidad del cielo nocturno y el derecho a la observación de las estrellas. Este encuentro se clausuró con un llamamiento solicitando el apoyo de los principales actores relacionados con la protección del cielo nocturno.

Tanto los principios que inspiran esta declaración como la propia Fundación Starlight, creada para la gestión de esta iniciativa, han surgido del IAC como extensión natural del valor que dicho centro científico otorga, desde su origen, a la calidad del cielo nocturno y diurno. También son premisas de la Fundación Starlight el deseo de proteger ese cielo por considerarlo una importante fuente de conocimientos y de cultura que debe ser compartida con la sociedad entera, además de potenciar la divulgación de la astronomía e impulsar un turismo sostenible y de calidad en aquellos parajes donde se cuida el cielo nocturno.

Starlight tiene la consideración por la UNESCO de acción asociada y cuenta con el apoyo de la Unión Astronómica Internacional (IAU) y la Organización Mundial del Turismo (OMT).

El programa del congreso científico internacional incluía ponencias y charlas magistrales acerca de la importancia de la conservación del cielo oscuro como un recurso cultural y científico, en beneficio del medioambiente, de la biodiversidad y de la calidad de vida y como motor de un desarrollo sostenible. Se establecieron, además, una

serie de grupos de trabajo de los que saldría un texto que reforzaría el mensaje de la Declaración Internacional Starlight del año 2007.

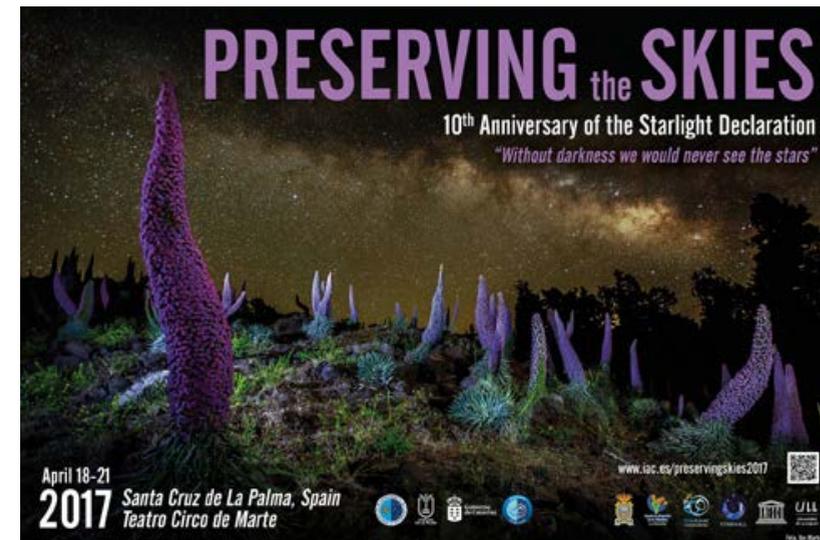
“Este congreso ha sido interesante y fructífero -subrayó **Francisco Sánchez**, director fundador del IAC-. Me siento satisfecho porque en estos 10 años se ha avanzado. Aquí, en la isla de La Palma surgieron unas conclusiones que se convirtieron en la conocida Declaración de La Palma, con la que arrancó el movimiento internacional Starlight en favor no solo de los cielos oscuros, que es condición necesaria, pero no suficiente, sino sobre todo del disfrute de las estrellas...”

**Rafael Rebolo** -director del IAC- agradeció a La Palma todo lo que ha brindado para la investigación astrofísica. “Proteger los cielos de la Isla -advirtió- es algo en lo que estamos y esperamos estar todos unidos. Los cielos oscuros tienen ventajas culturales, socioeconómicas, desarrollos turísticos y beneficios para la salud”. Y añadió: “Esperamos seguir trabajando juntos muchos años por los valores que compartimos”.

**Yolanda Perdomo**, representante de la Organización Mundial del Turismo (OMT), señaló que hace unos años se inició un grupo de trabajo nuevo, el turismo científico, y un área, el astroturismo, porque uno de los miembros de la OMT pidió liderarlo: la Fundación Starlight. “Como canaria -dijo- me parece maravilloso que una entidad canaria sea responsable de este movimiento.”

**Silvia Torres-Peimbert**, presidenta entonces de la Unión Astronómica Internacional (IAU), un foro de 12.000 miembros de más de 70 países, indicó que la misión de la IAU ha sido promover la astronomía en todas sus disciplinas y manifestaciones. “Con el año 2009, Año internacional de las Astronomía, un evento muy exitoso que alcanzó a más de 800 millones de personas en todo el mundo, nos dimos cuenta de la importancia que tenía esta disciplina para la población en general.” Y añadió: “Hemos hecho un esfuerzo grande para acercarnos a los jóvenes. Estamos convencidos de que la astronomía es un motor de desarrollo tecnológico y económico. Y una reunión como ésta abre a la IAU nuevas perspectivas.”

La representante de la UNESCO **Nuria Sanz** agradeció la confianza que el mundo de la ciencia le tiene a esta organización intergubernamental para seguir afianzando el papel de la astronomía en favor de una mejor cooperación internacional. “Lo que ha ocurrido aquí y hace 10 años -señaló- ha identificado muchas necesidades de cómo debemos seguir actuando. En primer lugar, comunicar mejor.



La escritora Elsa López, leyendo las Resoluciones adoptadas en el congreso “Preserving the Skies”. © Elena Mora (IAC)

Los medios de comunicación son aliados necesarios. Entendemos que el paisaje común más universal de toda la humanidad es el cielo... Y en segundo lugar, lo que nos corresponde es seguir manteniendo nuestra relación con ECOSOC y que las agencias de la UNESCO entiendan que la astronomía es importante y cosa de todos. No es un problema, es un reto, un desafío y una propuesta”. Finalizó su intervención diciendo: “Me quedo soñando desde que ayer estuve por encima de las nubes”, en referencia a su visita al Observatorio del Roque de los Muchachos.

**Anselmo Pestana**, entonces presidente del Cabildo de La Palma, agradeció a todos los participantes su presencia en la Isla con estas palabras: “La Palma ha vuelto a ser el gran adalid internacional de la defensa de la calidad de los cielos nocturnos y del derecho a la observación de las estrellas, celebrando durante estos días el X Aniversario de la Declaración Starlight, con numerosas actividades que se han repartido por toda la Isla. Hace diez años en La Palma impulsamos una declaración que persiste, que mantiene su vigencia y de la que tenemos el honor y el orgullo de haber promovido en beneficio de una magnífica y excepcional cualidad de nuestro territorio: ser uno de los mejores lugares del planeta para la observación del firmamento. Tenemos el derecho a seguir disfrutando de la excepcional calidad de nuestros cielos nocturnos limpios, así como la obligación de preservar el derecho a la observación de las estrellas manteniendo un control de nuestras emisiones lumínicas en beneficio, ya no sólo del trabajo científico que desde aquí se realiza, sino también de las ya demostradas ventajas que un entorno de cielos limpios tiene para el ser humano. Este congreso *Preserving the skies* ha vuelto a consensuar manifiestos de primer nivel y de amplia repercusión de cara a prácticamente renovar y ampliar la Declaración Starlight de 2007. Hemos podido escuchar a expertos internacionales, representantes de instituciones hablando de los efectos de la contaminación lumínica, de sostenibilidad, de astroturismo, de sus territorios de origen, compartiendo así experiencias e intercambiando ideas. La Declaración Starlight es una parte de nuestra idiosincrasia, que nos define como territorio y que hace que otras partes del mundo se fijen en nosotros como ejemplo de pueblo que mimas sus cielos nocturnos para la observación del firmamento”.

La lectura del documento oficial de la clausura corrió a cargo de la reconocida escritora **Elsa López**, una persona muy vinculada a la Isla de La Palma, donde reside.



# “Dark and Quiet Skies” Cielos oscuros y silenciosos

El cielo estrellado lleva milenios inspirando a la humanidad en todas sus expresiones intelectuales y emocionales: poesía, filosofía, religión y ciencia. La ciencia moderna le debe mucho a la astronomía y la observación minuciosa del cielo ha servido para estimular y verificar muchos de sus avances esenciales, como la ley de la gravitación universal o la teoría de la relatividad. Pero, hoy en día, el progreso tecnológico, y en particular la iluminación artificial de las zonas urbanas, está haciendo más y más difícil observar el cielo de noche en su magnificencia natural. Lugares remotos, que fueron elegidos para albergar los observatorios astronómicos más sofisticados por su buena ubicación, se están viendo gradualmente amenazados por la contaminación lumínica y las interferencias de las señales en radio.

España ha sido pionera en la protección del cielo. En 1988 se promulgó en Canarias la “Ley del Cielo” para salvaguardar el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma, de la amenaza que suponía el creciente desarrollo de los núcleos urbanos. Fue la primera ley que se ocupaba del asunto en el mundo.

Un problema añadido más reciente son las megaconstelaciones de satélites artificiales en órbita terrestre baja, que tienen un gran impacto en la observación del cielo. Esas infraestructuras se ubican en el llamado “espacio exterior”, que no es potestad de los países y solo puede ser regulado por organizaciones intergubernamentales. Y en esa gran lucha estamos.

Una primera conferencia, organizada en 2017 en La Palma en el X Aniversario de la “Declaración Starlight” (*ver más información en páginas anteriores*), sentó las bases para recomendaciones internacionales en relación a la “ALAN” (*Artificial Light At Night*) y en ella se aprobaron una serie de resoluciones dirigidas a paliar algunos de los problemas.

En 2020, la IAU (*International Astronomical Union*), UNOOSA (*United Nations Office for Outer Space Affairs*) y el Gobierno de España acordaron, con la colaboración del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), la organización de una conferencia titulada “Cielos oscuros y silenciosos para la ciencia y la sociedad”. La conferencia habría de celebrarse en Santa Cruz de La Palma en octubre de 2020, pero la pandemia forzó su conversión al formato virtual (*Dark & Quiet Skies 2020*). El objetivo de ese evento fue discutir y generar un documento que evaluase el impacto del desarrollo tecnológico en la visibilidad del cielo estrellado. Se consideró,



además de la astronomía, el entorno medioambiental desde el punto de vista biológico. El documento incluyó medidas que los gobiernos y las empresas privadas pueden adoptar para mitigar el impacto negativo de ALAN y las megaconstelaciones, haciendo énfasis en la interferencia de las decenas de miles de satélites en órbita terrestre baja que están previstos. También incluyó la protección de ventanas de observación de radio y esa es la razón del término “Quiet” (silencioso). Las megaconstelaciones vuelven el cielo “ruidoso” en radiofrecuencias.

El documento se presentó a COPUOS -Comisión de Naciones Unidas a la que pertenecen 95 países- para ser aprobado y poder así convertirse en una referencia para futuros análisis regulares de la situación. Constituye el informe más completo y actualizado hasta la fecha sobre la protección de los cielos oscuros y silenciosos. El Comité Ejecutivo de la IAU aprobó el resumen del documento CRP (*Conference Room Paper*) en enero de 2021. Firmado por Chile, Etiopía, Jordania, Eslovaquia, España y la IAU, este documento se presentó a la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos (STSC) de COPUOS en abril de 2021.

Muchas otras delegaciones del STSC apoyaron sin reservas las recomendaciones y el Comité aprobó una conclusión donde reconoce a nivel de la ONU la relevancia del derecho a disponer de un cielo oscuro y silencioso para la ciencia y la sociedad y menciona la conferencia que se habría de celebrar en octubre de 2021 en La Palma como un hito en el debate con todas las partes interesadas.

La Conferencia *Dark & Quiet Skies 2021* se centró en discutir las acciones técnicas y políticas necesarias para implementar las recomendaciones y, en particular, identificar las organizaciones y socios que habrían de colaborar para implementar soluciones. Entre los días 3 y 8 de octubre de 2021, Santa Cruz de La Palma habría acogido de forma presencial el congreso “*Dark & Quiet Skies for Science and Society II*”. El volcán Tajogaite frustró el multitudinario encuentro que, aun así, se mantuvo en modo “híbrido” y reunió en La Palma a un selecto grupo de especialistas de todo el mundo.

La Conferencia *Dark & Quiet Skies 2021* fue coorganizada por UNOOSA y el Gobierno de España, a través del IAC como organizador local y la IAU con apoyo del NOIRLab (*National Optical-Infrared Astronomy Research Laboratory*) de la NSF (*National Science Foundation*) de Estados Unidos.

El trabajo pre-conferencia potenció la creación de un centro de la IAU dedicado específicamente a estructurar y apoyar iniciativas para proteger la observación astronómica: el Centro para la Protección de Cielos Oscuros y Silenciosos (CPS). El IAU CPS fue públicamente anunciado en el resumen de las conclusiones.

En los mismos años 2020 y 2021, NOIRLab con otras entidades de EEUU (NSF, AURA, AAS) organizó dos conferencias internacionales, conocidas como SatCon 1 y 2, centradas en el impacto de las megaconstelaciones de satélites sobre la observación astronómica. Los informes resultantes coinciden en sus conclusiones y recomendaciones con los de las conferencias D&QS.

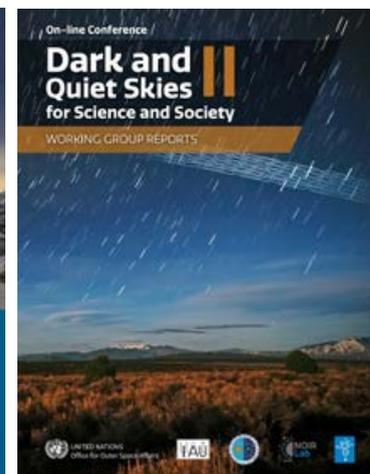
Desde 2022, el CPS de la IAU tiene un papel muy activo liderando la iniciativa a nivel internacional, promoviendo actividades y conferencias, y también trabajando con empresas privadas. Las recomendaciones del CPS de 2023 para mitigar el impacto de las megaconstelaciones de satélites se centran en dos ejes:

1. Adoptar medidas de mitigación (desarrollo instrumental y de programas informáticos) en óptico y radio, en colaboración con los operadores de satélites más importantes (IT & SatHub) para: (a) hacer los satélites menos reflectantes, (b) predecir las posiciones de los satélites de forma precisa y hacerlas accesibles y (c) interrumpir o desviar las emisiones de radio de los satélites cuando pasan sobre grandes observatorios radioastronómicos.
2. Proteger de manera efectiva de las bandas de frecuencia relevantes para la radioastronomía.

La IAU y UNOOSA, con los países firmantes del CRP, definieron la estrategia que pasa por aunar el apoyo de un número de países cada vez mayor. Para ello promueven más intervenciones en reuniones del Subcomité Jurídico y de la COPUOS y la creación de grupos de trabajo específicos dentro de esa organización. Gracias al acuerdo logrado en 2022 bajo el liderazgo de Chile y España, el tema de los cielos oscuros figuró en la agenda de la STSC en 2023.

La importancia de los debates internacionales en favor de la protección de la astronomía fue plasmada en dos documentos. El documento de conclusiones del Consejo de la UE de 23 de mayo de 2023 sobre un uso sostenible del espacio expresamente menciona que la contaminación lumínica y las interferencias de las constelaciones de satélites afectan a la astronomía, y recomienda la implementación de medidas de mitigación. El documento de conclusiones da la bienvenida a los esfuerzos desplegados en COPUOS. También el comunicado de los ministros de Ciencia del G7 (Sendai, 12-14 de mayo 2023) reconoce la importancia de las discusiones llevadas a cabo en COPUOS para la protección de los cielos oscuros.

Durante todo el año 2023 se debatió en COPUOS y sus dos subcomisiones la posibilidad de incorporar un punto de la agenda específico sobre protección de los cielos oscuros para la ciencia y la sociedad con carácter permanente y crear un grupo de expertos que recogiese las buenas prácticas en la materia y desarrollase otras nuevas. En enero de 2024, España, junto con otros países, la IAU, ESO (*European*



*Sothern Observatory*), SKA (*Square Kilometers Array*) y EAS (*European Astronomical Society*), presentó un nuevo CRP titulado “Protección de los cielos oscuros y silenciosos para la ciencia y la sociedad”. El objetivo era reintroducir un punto específico sobre la cuestión después de que el año anterior el veto consecutivo de algunos países impidiesen mantener este punto en la agenda de trabajo y crear un grupo de expertos.

El número creciente de apoyos e interés de las delegaciones de todos los grupos regionales permitió finalmente una solución de consenso, articulada en torno a los buenos oficios de España y Chile, para incluir un punto de la agenda por un periodo de 5 años bajo el título “Cielos oscuros y silenciosos, astronomía y grandes constelaciones: abordar los problemas y retos emergentes”.

El acuerdo fue posible solo después de intensas negociaciones formales e informales para acomodar todos los intereses sin desbordar el mandato propio de la STSC. Dentro de estos esfuerzos destaca precisamente la organización de un evento paralelo sobre la materia, entre España y Chile, que ayudó a dar aún más visibilidad a nuestros esfuerzos en una cuestión íntimamente ligada a la sostenibilidad de las actividades espaciales y a la protección de la astronomía como ciencia espacial. El evento contó con la participación de astrónomos de Chile, Sudáfrica y del SKAO. Hay que destacar la participación en este y todos los debates de COPUOS del director y miembros de la directiva del CPS de la IAU, y del IAC como parte de la delegación española en Viena.

Tras incorporar el punto de protección de cielos oscuros a la agenda de esta Subcomisión, la protección de la astronomía a nivel internacional debe articularse en torno al GoF (*Group of Friends of the Dark and Quiet Sky for Science and Society*), creado en La Palma, el 6 de octubre de 2023 coincidiendo con el Simposio, e integrado por España, Chile, Luxemburgo, Suiza, Reino Unido, Eslovaquia, Italia, Alemania, Bulgaria, Nueva Zelanda, Bélgica, EEUU y Sudáfrica. Otros países ya han mostrado su interés en sumarse al Grupo. El GoF tiene como misión introducir y compartir buenas prácticas para la mitigación de los efectos de las constelaciones de satélites y fomentar este debate en el seno de COPUOS a través de la presentación de CRPs, presentaciones técnicas y la organización de evento paralelos.

Sigamos trabajando. El acceso a las señales electromagnéticas emitidas por los objetos del Universo no solo es esencial para la comprensión del Cosmos y el progreso de la Ciencia; la visibilidad del cielo estrellado es un patrimonio fundamental de la humanidad que debe preservarse para las generaciones futuras. Perderlo, nos desconectaría para siempre del Cosmos y de la Naturaleza.

CASIANA MUÑOZ TUÑÓN  
Astrónoma.  
Responsable del Grupo de  
Calidad del Cielo.  
Miembro de la delegación española de  
COPUOS-Viena.

# El astroturismo en La Palma



## Motor de desarrollo socio-económico sostenible y un referente mundial

El cielo estrellado ha inspirado a la humanidad a lo largo de la historia, en él se encuentran nuestros orígenes, nuestra realidad actual y las posibilidades futuras. La observación de las estrellas y planetas ha desempeñado un papel indispensable en el avance cultural y científico de todas las sociedades, siendo fundamental para la creación de calendarios, la navegación marítima, el descubrimiento de nuevos territorios y el desarrollo de numerosas innovaciones tecnológicas que han marcado nuestro progreso como especie.

“A lo largo de los siglos, la presencia y huella humana han dejado un legado que ahora constituye un patrimonio etnográfico de excepcional relevancia. El ciclo de trabajo y cosecha estaban vinculados al cielo, y el paisaje del cielo formó parte de la cultura aborigen canaria. También la trashumancia y pastoreo, así como la singular cultura del agua (estanques, acequias, etc.) son parte de la cultura y tradiciones heredadas de los aborígenes y, por tanto, un recurso de gran interés para el visitante” (Varela, 2023).

En La Palma se concentra un conjunto destacado de manifestaciones rupestres elaboradas por los antiguos habitantes de la Isla, los awara (o benahoaritas). Según el prehistoriador Martín (2016), los awara eran perfectos conocedores de la llegada de los solsticios y equinoccios, así como de otros eventos astronómicos; y para ello “establecieron innumerables lugares a lo largo de la geografía insular que les permitía observar las posiciones más extremas de los astros sobre el terreno, controlar el tiempo y ordenar el cosmos”. Algunos ejemplos los encontramos en las cumbres de la Isla, en el llano de Las Lajitas, al que Martín denomina “los pilares del cielo”, pero también existen otros como el yacimiento de El Verde en El Paso, donde el Sol “baila” el 20 de junio, hasta posicionarse en una oquedad natural e iluminar un panel pétreo en el que se representa un conjunto de espirales de grandes dimensiones, anunciando así la llegada del verano (Martín, 2016).

En muchos rincones de nuestras islas podemos encontrar evidencias de la conexión entre los aborígenes canarios y el Cosmos, cuya observación les permitía conocer los fenómenos cíclicos como el



Antonia M. Varela, en el 17 Aniversario de la Declaración de La Palma. © Cabildo de La Palma



“Frio Nocturno. La Palma.” Primer Premio del III Maratón Fotográfico Starlight. © Enrique Navarro.

movimiento del Sol y la Luna, de los planetas y otras estrellas, y en su representación nos dejaron un legado arqueológico de un valor incalculable que hoy se convierte en un poderoso recurso turístico para todo aquel que quiera conocer la vida, costumbres y cultura de nuestros antepasados (Varela, 2023).

A este legado cultural se le suma un excelente patrimonio natural y científico. La Palma posee unas características medioambientales únicas que le han valido la distinción de ser nombrada Reserva Mundial de la Biosfera por la UNESCO. Más de un tercio de su superficie es suelo protegido, destacando el Parque Nacional de la Caldera de Taburiente. Su paisaje es el resultado de un dramático proceso de formación que duró millones de años, y alberga multitud de microclimas y una vegetación sorprendentemente contrastada. En su punto más alto, a más de 2.400m sobre el nivel del mar, el Observatorio del Roque de los Muchachos se eleva sobre el “mar de nubes”, donde la atmósfera es clara y estable gracias al océano Atlántico. Por ello, se considera uno de los mejores lugares del planeta para observar el cielo.

La Palma fue el primer lugar del mundo en aplicar una “Ley del Cielo” (Ley 31/1988), promovida por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), primera ley gubernamental en defensa del cielo, pionera en la protección del firmamento de las islas de La Palma y Tenerife y que supuso un precedente para extender normativas similares en otras áreas del planeta. Además, creó también la Oficina Técnica de Protección del Cielo (OTPC) como unidad especializada en la vigilancia y asesoramiento en esta materia.

A estos atractivos se suma la contemplación del cielo nocturno, que se ha convertido en los últimos años en un poderoso recurso natural muy atractivo para aquellos que nos visitan y, en general, para todos los canarios que buscan experiencias turísticas singulares y únicas. Otros recursos naturales son la geología, la biodiversidad y el paisaje interconectado con el cielo.

Sin embargo, cada vez es más difícil contemplar el cielo nocturno, un paisaje que conocían bien nuestros ancestros. El avance de la contaminación lumínica -entendida principalmente como el resplandor de luz artificial en la noche debido al uso abusivo e

Observación nocturna junto al monumento “Al Infinito”, de César Manrique, en una ladera de la zona alta del municipio de San Andrés y Sauces. © Antonio González (Cielos-LaPalma.es)



inadecuado de alumbrado exterior- está borrando las estrellas de nuestros cielos, provocando el deterioro de un legado con profundas repercusiones culturales, científicas, medioambientales y estéticas.

De esta percepción del cielo como un recurso a salvaguardar no solo para la ciencia, sino como un patrimonio cultural, medioambiental, de biodiversidad, para la salud y factor de calidad de vida y como motor de economía sostenible a través del turismo de estrellas, emana la Iniciativa Starlight, que nace con la “Declaración en Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas” (Marín & Jafari, 2007) en la I Conferencia Internacional Starlight celebrada en abril de 2007 en la isla de La Palma.

En ella, representantes del IAC, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Organización Mundial del Turismo de las Naciones Unidas (OMT) y la Unión Astronómica Internacional (IAU), entre otras instituciones nacionales e internacionales, lanzaron este movimiento mundial en defensa del cielo nocturno, promoviendo la difusión de la astronomía y el turismo sostenible y de calidad en aquellos lugares donde se cuida el cielo nocturno.

La Fundación Canaria Starlight para la Difusión de la Astronomía es el organismo responsable de la Iniciativa Starlight, aportando recursos humanos y medios para su desarrollo y promoción y crea un sistema de certificación internacional por el que se acreditan aquellas zonas que tienen una excelente calidad de cielo y representan un ejemplo de protección y conservación.

Nacen así las Reservas y Destinos Turísticos Starlight, que incorporan la preservación y observación del cielo nocturno como parte del patrimonio natural, paisajístico, cultural y científico; fomentan el turismo de estrellas; y promueven infraestructuras, productos, actividades y formación de guías especializados en turismo sostenible. Esta certificación permite, por primera vez, aunar ciencia, medio ambiente y un turismo sostenible, basado en la astronomía, la visión del firmamento y el mantenimiento de la calidad del cielo, criterios innovadores para el desarrollo responsable de sus diferentes actividades.

En el año 2017, La Palma acogió el Congreso Internacional *Preserving the Skies*, celebrado con motivo del X Aniversario de la Declaración de La Palma, en el que las instituciones firmantes de la Declaración de La Palma, ratificaban el pleno vigor de la misma y hacían recomendaciones de futuro.

La isla de La Palma fue declarada en el 2012 la primera Reserva Starlight del Mundo, certificación otorgada por la Fundación Starlight y avalada por la Organización Mundial del Turismo UNWTO, la IAU y el IAC, entre otras Instituciones internacionales, a aquellos lugares del planeta con una calidad excepcional de cielo por su excelente nitidez de imagen, gran transparencia atmosférica, escasa nubosidad y escasa contaminación lumínica.

Asimismo, La Palma obtuvo la certificación de Destino Turístico Starlight en el mismo año, con la que se impulsa la unión de ciencia y turismo, y se promueve el cielo como un recurso natural, cultural, científico y económico para un turismo sostenible.

También, el municipio de Fuencaliente se convirtió en 2020 en un Municipio Starlight, por la excelente calidad de sus cielos y por la singularidad de recursos naturales y culturales vinculados al cielo, acogiendo en el año 2022 el V Encuentro Internacional Starlight y III de Monitores y Guías Starlight, congreso que contó con el apoyo de la Organización Mundial de Turismo y con el patrocinio de PROMOTUR con Fondos Europeos de Desarrollo Regional, Gobiernos de Canarias y Unión Europea y en el que participaron más de 120 asistentes, 40 ponentes.

La isla ha sido un ejemplo mundial de evolución y afianzamiento del producto de astroturismo. En la actualidad, cerca de 70 empresas en La Palma, incluyendo iniciativas de artesanía, bodegas, joyerías, casas rurales, restaurantes, etc. Algunas de ellas certificadas Starlight, como las Bodegas Llanovid en Fuencaliente, donde podemos disfrutar de catas de vino con estrellas o de menús g-astronómicos.

En La Palma podemos disfrutar de actividades de observación de estrellas, rutas nocturnas guiadas, visitas a los observatorios astrofísicos del Roque de los Muchachos, etc. Para todas ellas se necesita personal especializado. En La Palma se realizó el primer curso de Guías Astronómicos Starlight, figura que se crea para capacitar a profesionales para realizar las vistas guiadas en los Observatorios de Canarias en 2012, un segundo curso de Guías y Monitores Astronómicos Starlight -estos últimos son profesionales en astroturismo- en 2019 y un curso de Monitores Astronómicos Starlight para Fuencaliente en 2022, con un total de 118 participantes.

Existe una alta demanda de formación de guías especializados por parte de empresas que han incrementado su actividad en astroturismo en los últimos años. Recientemente y con Fondos Next Generation, bajo un programa titulado Sea Starlight, se ha realizado en La Palma una formación de Monitores Starlight para 14 empresas náuticas de todo el litoral español, orientado en experiencias que combinan navegación y astronomía.

Para disfrutar de una experiencia única, La Palma ofrece hoteles, casas rurales y otros alojamientos acreditados Starlight que

Mirador Astronómico de El Jable, en el municipio palmero de El Paso.  
© Antonio González (Cielos-LaPalma.es)



combinación con el GR 131, se han señalado cuatro rutas de senderismo para poder caminar disfrutando de recorridos ligados a las estrellas.

Existen también lugares de interés astronómico a lo largo de la geografía insular, lugares que tienen un especial simbolismo o conexión con el cielo y las estrellas: relojes de sol, lugares de cielo oscuro o lugares de gran simbolismo. Los primeros pobladores de la isla, como hemos visto, crearon diversos grabados rupestres, mojones y otros elementos. Según nuevas investigaciones, están relacionados con antiguos marcadores de los solsticios, equinoccios y alineaciones estelares vitales para la supervivencia y las creencias religiosas de la población.

El astroturismo es una potente herramienta para diseminar la astronomía; consigue aumentar la pernoctación, la desestacionalización (tenemos cielo las 24 horas del día -el Sol también es una estrella- y los 365 días/año) y la descentralización de la oferta. Supone asimismo la creación de nuevos espacios (recuperando algunos abandonados como iglesias, faros, casas de guardas de naturaleza, etc.) para la difusión de la astronomía. Implica una revalorización del patrimonio cultural, histórico, medioambiental, de biodiversidad, etnográfico, etc. del territorio, puesto que todas las actividades van dirigidas a su preservación y empodera a las comunidades locales

Los ingresos anuales en astroturismo en La Palma han llegado a alcanzar los 30 millones de euros. Y aunque el COVID-19 y el volcán Tajogaite han supuesto un duro revés para el turismo en la Isla, el astroturismo es una modalidad turística emergente y favorable al desarrollarse en espacios abiertos y no masificados, atractivos y seguros, que seguirá atrayendo a miles de visitantes de calidad que persiguen disfrutar en la Isla la experiencias y emociones únicas.

La Fundación Starlight ha creado y lidera un Grupo de Trabajo de Turismo Científico dentro del Departamento de Miembros Afiliados de la Organización Mundial de Turismo, en el que participan entidades como la Universidad George Washington (Estados Unidos), Dark Sky Alqueva (Portugal) y SODEPAL (Sociedad de promoción y desarrollo económico de la isla de La Palma), para estudiar el potencial que ofrece esta rama del turismo y contrastar ideas y experiencias que sirvan para profundizar en los diferentes aspectos y oportunidades que ofrece la combinación de Ciencia y Turismo en el horizonte de la industria turística, comenzando por el astroturismo.

ANTONIA M. VARELA PÉREZ  
Directora de la Fundación Starlight  
Directora del Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife  
Miembro del Equipo de Calidad del Cielo del IAC.

#### REFERENCIAS:

- Fernández, C., Araña, J. y León, C.J. (2017). "Estudio del Producto de Astroturismo en La Palma", Ed. ECOINTUR.
- Marín, C. & Jafari, J. (eds). (2007). StarLight: a Common Heritage. International Initiative in Defence of the Quality of the Night Sky and the Right to Observe the Stars. Tenerife, Spain: Starlight Initiative, Institute of Astrophysics of the Canaries (IAC).
- Martín, M., (2016). Iruene.
- Varela, A.M. (2023). "Paisaje. Turismo. Futuro. Hacia una transición turística en Canarias", Eds. M. Romero y F. Guerrero.
- URL Fundación Starlight: <http://www.fundacionstarlight.org>

cuentan con los servicios básicos de instrumentos para disfrutar de su espectacular cielo, entre ellos El Pósito, la Casa Emblemática San Sebastián, La Casita Acerina, o el Parador de La Palma.

Asimismo, La Palma cuenta con empresas especializadas en Tours Astronómicos que cuentan con guías profesionales; visitas organizadas al ORM; actividades de arqueoastronomía; fotografía nocturna; rutas temáticas (vino y estrellas, caminatas a la luz de la luna); observaciones solares; acampadas bajo las estrellas; actividades con cocina solar; o la posibilidad de simplemente pasear descubriendo los relojes de sol o ir de compras a tiendas donde las protagonistas son las estrellas. Algunos restaurantes incluso incluyen en sus platos sabores evocadores con nombres de planetas, galaxias y constelaciones (más información en Fernández et al, 2017).

Para los amantes del deporte, La Palma ofrece dos modalidades deportivas de primer nivel, ambas acreditadas Starlight por su tematización en astronomía y por su compromiso en la defensa del cielo nocturno: el Trail Reventón El Paso y la Full Moon Trail de Tijarafe.

En la isla podemos disfrutar de experiencias únicas de observación de estrellas y de astrofotografía en la red de miradores astronómicos, espacios repartidos por toda la geografía insular equipados con paneles informativos señalizados para interpretar el cielo nocturno. Los miradores se dividen en tres categorías, en función de la oscuridad del cielo nocturno. Todos los municipios de La Palma cuentan con miradores dedicados a la observación del paisaje local durante el día y a la astronomía durante la noche, con temas que van desde la interpretación del cielo (con sus constelaciones, planetas o la Luna), el cálculo de equinoccios y solsticios, hasta un Sistema Solar a escala, haciendo un museo de astronomía al aire libre. Algunos de estos puntos de observación conectan con rutas de senderismo pertenecientes a la red de caminos naturales de La Palma.

La Palma es una isla ideal para los amantes del senderismo que también cuentan con rutas de observación de estrellas. En



Observación del cometa Neowise el 23 de julio de 2020 desde las inmediaciones del Mirador Astronómico de El Jable.  
© Antonio González (Cielos-LaPalma.es)

### RECURSOS ASTRONÓMICOS

STARGAZING RESOURCES / ASTRONOMIE AUF LA PALMA

- MOLINO DE BURACAS**  
GARAFIA  
☉ 28° 41' 12.7" N  
☽ 15° 02' 12.7" W  
1.230 m
- MONTAÑA DE MIRAFLORES**  
PUNTAGORDA  
☉ 28° 40' 42.7" N  
☽ 15° 01' 12.7" W  
1.160 m
- LA MURALLA**  
TIJARAFE  
☉ 28° 40' 12.7" N  
☽ 15° 00' 12.7" W  
1.100 m
- LLANO DEL JABLE**  
EL PASO  
☉ 28° 39' 12.7" N  
☽ 14° 59' 12.7" W  
1.000 m
- SAN BORONDÓN**  
TARACORTE  
☉ 28° 38' 12.7" N  
☽ 14° 58' 12.7" W  
1.000 m
- PUERTO NAOS**  
LOS LLANOS DE ARIDANE  
☉ 28° 37' 12.7" N  
☽ 14° 57' 12.7" W  
1.000 m
- VOLCÁN DE SAN ANTONIO**  
PUECALLENTE  
☉ 28° 36' 12.7" N  
☽ 14° 56' 12.7" W  
1.000 m

**SENDEROS ASTRONÓMICOS**  
WIKING TRAILS  
ASTRON. WANDERWEGE

Descubre aquí los senderos y los miradores astronómicos. Información disponible en español y portugués. Astronomische Aussichtspunkte und Wanderwege.

- MIRADOR DEL MOLINO**  
BARRIONDE  
☉ 28° 41' 12.7" N  
☽ 15° 02' 12.7" W  
1.230 m
- PICO CRUZ SUR**  
SAN ANDRÉS Y SAUCES  
☉ 28° 41' 12.7" N  
☽ 15° 02' 12.7" W  
1.230 m
- MONUMENTO AL INFINITO**  
SAN ANDRÉS Y SAUCES  
☉ 28° 41' 12.7" N  
☽ 15° 02' 12.7" W  
1.230 m
- SALTO DEL ENAMORADO**  
PUNTALLANA  
☉ 28° 41' 12.7" N  
☽ 15° 02' 12.7" W  
1.230 m
- BARRANCO DEL CARMEN**  
SANTA CRUZ DE LA PALMA  
☉ 28° 41' 12.7" N  
☽ 15° 02' 12.7" W  
1.230 m
- PARQUE LOS ÁLAMOS**  
BREÑA ALTA  
☉ 28° 41' 12.7" N  
☽ 15° 02' 12.7" W  
1.230 m
- LLANO DE LA VENTA**  
BREÑA BAJA  
☉ 28° 41' 12.7" N  
☽ 15° 02' 12.7" W  
1.230 m
- LAS TOSCAS**  
BAZO  
☉ 28° 41' 12.7" N  
☽ 15° 02' 12.7" W  
1.230 m

# Stars Island La Palma



“La isla de La Palma -recoge la web de [starsislandlapalma](http://starsislandlapalma), del Cabildo palmero- reúne una excepcionalidad de valores naturales que hacen de ella una isla sorprendente. El paisaje insular es un importante indicador de la calidad de vida del territorio y se constituye como uno de sus atractivos más emblemáticos para quienes nos visitan. Si a lo anterior unimos la fauna y flora autóctonas, sus espectaculares paisajes y sus cielos limpios, además de contar en sus cumbres con uno de los mejores emplazamientos de la astrofísica moderna, el Observatorio Roque de los Muchachos, La Palma se presenta como uno de los lugares más favorables para el desarrollo de experiencias turísticas vinculadas con el disfrute de sus fantásticos cielos nocturnos. La Isla Bonita es reconocida por su amplia red de senderos por lo que, si combinamos paisajes, cielos, volcanes y su gente, podemos concluir que cuenta con los recursos necesarios para consolidar una atractiva actividad turística de gran potencial denominada ASTROTURISMO”.

Por ello, el Cabildo de La Palma cuenta con un equipo de personas ilusionadas y emprendedoras que han encontrado en el astroturismo una plataforma para generar

ideas sobre esta materia, tematizando alojamientos, menús gastronómicos y otras numerosas actividades, amparados en la marca pionera “Stars Island La Palma”, que ha sido impulsada por la Consejería de Turismo y Sodepal, y de manera transversal, por todas las áreas del Cabildo insular (*Ver ASTROFEST*). Como declara **Ana Isabel Castañeda Pérez**, jefa de Sección de Asuntos Generales del Servicio de Turismo del Cabildo de La Palma, “siempre hemos apostado por el astroturismo como elemento diferenciador de La Palma en el mapa turístico internacional”.



# “El ORM, una cooperación internacional científica de éxito”

El 29 de junio de 1985 tuvo lugar la inauguración oficial del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM). Fue una espléndida ceremonia que congregó a Casas Reales y Jefes de Estados de siete países europeos y a un número considerable de personalidades de los ámbitos científico, cultural e institucional. Era un día radiante y azul propio de la época de comienzos del verano. La flora endémica de la cumbre tapizaba de amarillo las laderas circundantes a los telescopios. Por debajo, el plácido mar de nubes generado por los vientos alisios formaba la consiguiente capa de inversión. Toda una muestra de las excepcionales condiciones del lugar para la observación astronómica. Las banderas del Cosmos del artista lanzaroteño **César Manrique** diseñadas para la ocasión ondeaban en sus altos mástiles.

Para esa fecha ya habían culminado los trabajos de varios grupos de astrónomos de diversos países europeos que buscaban un lugar idóneo para la futura instalación de telescopios. Los principales observatorios estaban situados en el continente, la mayoría de ellos cerca de grandes ciudades que, tanto por su iluminación pública como por la actividad industrial, contaminaban el cielo nocturno. A ello se unía el bajo número de noches despejadas o con unas condiciones meteorológicas o atmosféricas poco adecuadas para la operación de los modernos telescopios, cada vez de mayor tamaño y más sofisticados en su diseño.

En la década de los 60 y 70 del siglo XX se desplegó una gran actividad cuando estos grupos viajaron a diversas islas del Mediterráneo y archipiélagos atlánticos para instalar instrumentos en sus cumbres y haciendo estudios comparativos de las diversas ubicaciones preseleccionadas que proporcionaban datos que se publicaban en las revistas especializadas. Se buscaban emplazamientos que deberían reunir una serie de condiciones, entre las que destacaban un cielo oscuro de alta transparencia y mínima turbulencia óptica, con un porcentaje elevado de tiempo despejado y una ubicación donde se pudiera evitar el impacto de la iluminación pública y la contaminación industrial.

La astronomía española tuvo la fortuna de encontrar al recién licenciado en Ciencias Físicas, **Francisco Sánchez Martínez**, que con posterioridad sería el Director-Fundador del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Su llegada a la isla de Tenerife en 1961 para analizar las condiciones del Observatorio del Teide (OT) fue providencial para el futuro desarrollo de los Observatorios de Canarias. Debido a sus estudios de prospección astronómica del OT y a sus primeros contactos internacionales, Canarias entró en el mapa de los territorios de interés que contaron para ser sede de emplazamientos astronómicos. Una vez que se fueron consolidando estas relaciones y al mismo tiempo demostrándose la bondad de los cielos canarios para la observación del Cosmos, fue él quien puso empeño, no solo en atraer instalaciones telescópicas de otros países, sino en impulsar la astronomía española a través del acceso a las mismas pudiendo utilizarlas en un porcentaje de noches previamente convenido. Su liderazgo fue indiscutible, rodeado de un aura de negociador tenaz e incansable en su determinación en pos de una visión adelantada para la época.

Así como en los alrededores del OT debido a la presencia del Observatorio meteorológico ya existían algunas infraestructuras básicas como los accesos o el suministro eléctrico, en la isla de La Palma las condiciones eran radicalmente distintas. Los primeros grupos que llegaron a la zona del actual ORM, subían a la cumbre por senderos sinuosos que serpenteaban por la difícil orografía y eran ayudados por arrieros que portaban en mulas el equipamiento necesario para realizar las campañas de observación y también los proveían de lo necesario

JUAN CARLOS PÉREZ ARENCIBIA



Juan Carlos Pérez Arencibia, en el acto de su ingreso en la Academia Canaria de las Ciencias © Antonio González/IAC

para su estancia en la montaña. Usualmente salían de las Tricias, un pequeño caserío perteneciente al municipio de Garafía, limitrofe al de Puntagorda, con las indicaciones oportunas y el apoyo de la gente del lugar.

Las primeras campañas de caracterización del sitio se realizaron en los meses de julio y agosto de 1972. En la cumbre más alta de la isla, coincidieron dos grupos: el de los británicos del Real Observatorio de Edimburgo (ROE) y el de la *Joint Organization for Solar Observations* (JOSO), que muestreaba el lugar para la instalación de un telescopio solar europeo. Los primeros se situaron en la zona de Fuente Nueva, en las cercanías donde hoy se ubica el telescopio Jacobus Kapteyn (JKT) y el grupo de JOSO en el propio Roque de los Muchachos. Según las publicaciones especializadas de la época, los resultados alcanzados en los años de campaña mostraron que las condiciones del sitio eran tan buenas o mejores que las de cualquier otro lugar conocido.

Las decisiones importantes se tomaron en los años siguientes. El Profesor Francisco Sánchez ya era el primer catedrático de Astrofísica de España y además director del Instituto Universitario de Astrofísica de la Universidad de La Laguna (ULL), origen del actual IAC. Junto con el presidente del CSIC, **Eduardo Primo Yúfera**, tuvieron un papel decisivo en las negociaciones por la parte española. Entre 1974 y 1978 se celebraron múltiples e intensas reuniones y largas jornadas de discusión, tanto con representantes de las Instituciones científicas de los países que mostraban interés por trasladar y construir nuevos telescopios en el Roque de los Muchachos como con autoridades nacionales (civiles y militares) y también insulares y locales. La firme determinación de los británicos en elegir La Palma como emplazamiento para su Observatorio del hemisferio Norte con la instalación de tres telescopios, animó a Irlanda y Holanda a unirse a dicho proyecto, al igual que a los daneses de la Universidad de Copenhague con su pequeño Círculo de Tránsitos Automático. Por otra parte y en relación a los resultados de la campaña de JOSO, los físicos solares alemanes eligieron el OT, mientras que los suecos prefirieron el ORM.

Fruto de estas largas negociaciones se sentaron las bases para la instalación y operación de telescopios internacionales y se establecieron de “las reglas de juego” para el funcionamiento de los Observatorios, que quedaron plasmados en los Acuerdos Internacionales en Materia de Cooperación en Astrofísica. Estos Acuerdos firmados en la sede del Cabildo Insular de La Palma el 26 de mayo de 1979, constituyeron un hito crucial para el devenir de la astrofísica española y europea siendo la piedra angular para el desarrollo y explotación de los Observatorios de Canarias. Los Acuerdos a nivel de Estados fueron rubricados por el Gobierno de España, que estuvo representado por el ministro de la Presidencia y por los embajadores del Reino Unido, Dinamarca y Suecia. Años más tarde, se incorporaron al Acuerdo otros países, como Alemania, Francia, Italia, Bélgica, Noruega y Finlandia. En el Tratado, que tiene como origen y fundamento la ya comprobada excelencia que atesoran los cielos canarios, se canalizaron los esfuerzos y anhelos de años de trabajo, dando comienzo una etapa de cooperación internacional de enorme beneficio científico para todas las partes firmantes. Al pasar de los años, decenas de instituciones científicas y académicas de Europa, Asia y América están presentes en el ORM utilizando el cielo como un recurso natural puesto en valor para la astronomía por un puñado de pioneros.

Todo ello se cuenta con detalle en el libro *Sonando Estrellas: Así nació y se consolidó la Astrofísica en España*, escrito por el profesor Francisco Sánchez. Allí se narra una de las gestas más singulares de la Ciencia española del siglo XX, una proeza personal y colectiva que logró situar a la astrofísica española y a las cumbres de La Palma y Tenerife en el escenario internacional, con el mérito añadido de gestarse en una época histórica en la cual este país vivía políticamente aislado y con una organización administrativa marcadamente centralista y autoritaria.

Al poco tiempo de la firma de los Acuerdos y mientras se preparaban las infraestructuras necesarias, que corrieron a cargo de España, tales como las carreteras de acceso, el suministro eléctrico, las comunicaciones y el alojamiento del personal científico con la construcción de la Residencia, las naciones firmantes fueron trasladando algunos telescopios que ya funcionaban en otros lugares de Europa: el telescopio Isaac Newton (INT) desde el Reino Unido, el Carlsberg Automatic Meridian Circle (CAMC) de Dinamarca, el telescopio Estelar Sueco conocido como KVA-60 y el Telescopio Solar Sueco (SST), que operaban en la isla de Capri, a los que se unió un quinto, el ya mencionado telescopio Jacobus Kapteyn. Estas fueron las instalaciones científicas que se inauguraron en presencia de las autoridades aquel 29 de junio de 1985, a las que pronto se uniría el telescopio William Herschel (WHT), cuya imponente cúpula en construcción, dominaba ya el paisaje de la zona. Durante 20 años fue el mayor telescopio europeo que operaba en suelo europeo. Todavía se puede ver en un lugar destacado dentro de los edificios de los telescopios, la placa conmemorativa de aquella inauguración de 1985.

Algunos de estos telescopios han finalizado ya su operación científica, pero formarán parte del contenido del futuro Museo de la Historia de la Astronomía en La Palma, un proyecto que se está desarrollando en Santo Domingo, en la Villa de Garafía, con el apoyo del Cabildo Insular y el propio Ayuntamiento, municipio que acoge y cedió los terrenos donde se ubica el Observatorio del Roque de los Muchachos. Es el caso del KVA-

60, el primer telescopio nocturno que comenzó a operar en el ORM, cuyas primeras observaciones en La Palma datan de 1982. El pequeño edificio que lo albergaba ha sido recientemente demolido preservándose tanto el telescopio como su cúpula para su posterior exhibición en el museo.

También está previsto trasladar al museo el Círculo de Tránsitos Automático Carlsberg, un telescopio refractor de 18 cm destinado a la Astrometría meridiana de alta precisión que fue construido en 1948 por la Universidad de Copenhague y que tras ser convenientemente remozado se trasladó a La Palma en 1983, comenzando su operación científica al año siguiente. Después de 30 años de producir catálogos estelares y otros datos de gran interés, como movimientos propios de estrellas o los relativos a la extinción atmosférica, finalizó su actividad en junio del 2013. A destacar la participación española en este telescopio a través del Real Instituto y Observatorio de la Armada de San Fernando (ROA) así como por parte británica del Royal Greenwich Observatory (RGO). En la sala de control del edificio destacaba la presencia de los retratos de tres ilustres astrónomos de cada uno de los países intervinientes en el telescopio: Oler Romer, George Airy y Jorge Juan.

Los otros tres telescopios el INT, el JKT y el SST siguen desempeñando una actividad científica significativa, habiendo sufrido importantes renovaciones, cambios instrumentales y hasta de propietario a lo largo de estos años. En otros artículos de esta revista se da cuenta de los importantes logros científicos de estos y otros telescopios que operan en el Observatorio.

En los casi 40 años que han pasado desde la fecha de inauguración oficial del ORM, el panorama ha cambiado notablemente. El helipuerto es un buen lugar para iniciar una visita al Observatorio. Uno puede empezar la visita mirando hacia el Norte, donde verá usualmente dos mares: el del océano y el de las nubes formadas por el alisio que alimenta el anticiclón de las Azores. Si nos giramos en dirección contraria, hacia el Sur, a muy poca distancia, nos encontramos con los imponentes y novedosos telescopios Cherenkov sin cúpulas que los protejan. Son utilizados por una numerosa colaboración de investigadores de instituciones científicas y académicas de una docena de países, que hacen astrofísica de rayos gamma. En esa zona del observatorio aún se pueden ver tres generaciones distintas de telescopios Cherenkov (HEGRA, MAGIC y LST) apreciándose su evolución, tanto en su diseño estructural como en los nuevos materiales utilizados, cuyo propósito es aligerar el peso de la estructura y permitir una mayor rapidez en el apuntado a fuentes cósmicas emisoras de alta energía. La observación de los enigmáticos estallidos de rayos gamma, por su corta duración, necesita de

telescopios ágiles. En medio de los telescopios Cherenkov está la Casa de Control donde se realizan las observaciones nocturnas, que tiene una cubierta que imita el sombrero del enano, figura emblemática y popular para la Isla, que danzan de forma mágica en sus afamadas fiestas lustrales. La diseñó un estudiante de último curso de la Escuela de Arquitectura de Barcelona que ganó el concurso convocado por el Instituto de Física de Altas Energías (IFAE), encargado de su construcción. En los alrededores ya se aprecian las obras para erigir los tres nuevos gigantes Large Size Telescope LST 2 al 4, que formarán parte del despliegue del Cherenkov Telescope Array (CTA-N) en el hemisferio Norte.

Mirando desde el helipuerto hacia la cumbre se puede ver hacia el Este la extraña cúpula bivalva del telescopio Liverpool (LT), un telescopio robótico



Portada del libro de Francisco Sánchez. Diseño: Inés Bonet



Juan Carlos Pérez Arencibia y otros miembros del CCI, en una de las reuniones de este comité, celebrada en la ESA (Holanda).



Juan Carlos Pérez Arencibia, durante la primera luz del GTC (izquierda) y primera piedra del LST-1 (derecha). © Daniel López/IAC

completamente autónomo que tiene un espejo primario de 2 m de diámetro. Operativo desde el año 2005, tiene un programa especial de observaciones para colegios del Reino Unido lo que le supuso a la Universidad John Moores de Liverpool recibir uno de los premios de mayor prestigio en divulgación de la Ciencia que se otorga en el Reino Unido. Desde el IAC, también se ha organizado un programa similar para centros españoles utilizando una pequeña parte del porcentaje de tiempo español asignado en dicho telescopio. El éxito científico de este telescopio y la probada solidez y experiencia adquiridos con su tecnología, está impulsando uno de los proyectos más importantes que se llevará a cabo en el ORM: el *New Robotic Telescope* (NRT) un telescopio robótico de 4 m de diámetro de espejo primario, todo un reto para la tecnología de observación autónoma, en la que habrá una importante participación española.

Al lado se puede ver el telescopio Mercator construido y operado por la Universidad de Lovaina funcionando desde el año 2002 y especializado en proyectos que requieren observaciones prolongadas, como el estudio de las oscilaciones estelares o Astrosismología.

En esa parte del Observatorio a partir del 2004 y promovido por un consorcio de Universidades británicas, se encuentra un grupo de pequeñas cúpulas que albergan instrumentos, cámaras y telescopios de pequeño diámetro, especializados en la búsqueda de planetas extrasolares. El primer planeta detectado en el ORM por uno de esos instrumentos llamado SUPERWASP, se le denominó 'Garafía I' en homenaje al municipio donde se ubica el Observatorio. Otro proyecto, denominado GOTO (Gravitational-Wave Optical Transient Observatory), se utiliza para la detección de contrapartidas ópticas de fuentes de ondas gravitacionales. Algunas de estas instalaciones, después de haber sido probadas con éxito en La Palma, fueron replicadas en observatorios del hemisferio Sur en Sudáfrica, Australia o Chile.

En lo más alto del Observatorio, cerca del Roque de los Muchachos, se encuentra el telescopio Nórdico (NOT). Los astrónomos daneses, noruegos y suecos ya conocían los resultados de los trabajos que se desarrollaban con el KVA-60 y tenían datos suficientes que demostraban las excelentes condiciones del sitio. En 1984 los cuatro países escandinavos, Dinamarca, Suecia, Finlandia y Noruega crearon la Asociación NOTSA a la que años después se unió Islandia, para construir y operar un telescopio de 2,5 m para



Juan Carlos Pérez Arencibia comiendo con su mujer, Carmen Esther Cabrera, vicepresidente de la Cosmológica, y con el premio nobel Michel Mayor. Abajo, visitando con Mayor el volcán Tajogaite.



observaciones en longitudes de onda ópticas e infrarrojas. El telescopio se inauguró en 1989 y las observaciones regulares comenzaron en 1990.

Cerca de la cumbre también se encuentra el Telescopio Nazionale Galileo (TNG) que comenzó su actividad científica en 1997. Su peculiar diseño de la cúpula, que minimiza los costes de climatización, denota el sello "made in Italy". Especializado desde la última década en la detección y observación de planetas extrasolares cuenta con el instrumento más preciso en el hemisferio Norte para llevar a cabo este tipo de observaciones.

En la parte Oeste domina la imponente cúpula del Gran Telescopio Canarias (GTC), el todavía mayor telescopio óptico e infrarrojo del mundo en funcionamiento con sus 10,4 m de diámetro de espejo primario. Este proyecto, liderado por España a través del IAC, debería formar parte de la memoria colectiva de la Ciencia y la Tecnología de este país. El director del proyecto, el Dr. **Pedro Álvarez**, se enfrentó a multitud de dificultades técnicas, presupuestarias, burocráticas y a algunos inviernos de gran dureza, pero resistió a todas las adversidades y llevó a buen puerto, junto con su equipo, la estimulante empresa de construir primero y operar después esta prodigiosa máquina de investigación del Universo. Sus primeras observaciones científicas se realizaron el año 2009. Con su variada batería de instrumentos en el óptico y en el infrarrojo y sus grandes dimensiones, es la instalación más visitada del Observatorio. Alrededor de 11.000 visitantes pasan cada año por sus dependencias que se quedan sorprendidos por la magnitud de la instalación. Hoy es un ejemplo de operación científica con una clara vocación de sostenibilidad energética y ambiental.

El mantenimiento de los equipos y la puesta a punto de los sofisticados instrumentos que se utilizan para la observación, son labores que se realizan diariamente en todos los telescopios. Con frecuencia se instalan nuevos instrumentos que incluyen las últimas tecnologías en óptica y electrónica y cuya puesta en servicio, desde que llegan al Observatorio, suele durar meses de complejas tareas cooperativas. La realización de todos estos trabajos en alta montaña lo hace aún más arduo. Si las condiciones meteorológicas lo permiten y no hay incidencias técnicas, en la mayoría de los telescopios se intenta observar las 365 noches del año. Para ello, en La Palma hay alrededor de 200 personas contratadas directamente por las Instituciones Usuarias y el IAC, aunque un estudio de la ULL sobre el impacto social y económico de la Astrofísica en Canarias realizado en el año 2017, estimaba en 540 el empleo equivalente de este sector solo en la Isla, representando el 3,3% del PIB insular y el 2,3% del empleo asalariado a tiempo completo en La Palma.

La mayoría de las Instituciones Usuarias tienen oficinas a nivel de mar que se concentran en los municipios de Santa Cruz de La Palma y Breña Baja, donde trabaja el personal administrativo y el que no está de turno. Existe un proyecto para construir un centro en las inmediaciones del aeropuerto que incorporaría a todas las instituciones científicas y académicas que operan sus telescopios en el Observatorio. Sería una oportunidad estratégica para la Isla, pues alrededor de la actividad que se desarrolla en el Observatorio hay un enorme potencial. En ese campus con la posibilidad de incluir un área tecnológica, podrían implantarse proyectos relacionados con el espacio y los minisatélites para investigación, tecnologías relacionadas con el tratamiento de imágenes, la inteligencia artificial, la construcción de espejos e incluso incorporar otras ramas científicas de gran interés para La Palma como son el volcanismo o las ciencias marinas.



Juan Carlos Pérez Arencibia, saludando a Stephen Hawking a su llegada en barco a La Palma. © Antonio González/IAC

El ORM es uno de los lugares emblemáticos de la Isla, tanto por los impresionantes paisajes que se contemplan desde el punto más alto como por la naturaleza que le rodea. Los telescopios se distribuyen por la montaña ofreciendo un panorama único y singular. Naturaleza, conocimiento y tecnología unidos de la mano. Es un deber mantener ese equilibrio y que el impacto ambiental de las instalaciones se minimice en todo lo posible. Hay un esfuerzo constante de vigilancia y control de las aguas depuradas con estaciones en cada uno de los telescopios y la Residencia, así como en el consumo de energía eléctrica. La movilidad sostenible del personal y la descarbonización en lo que supone la operación de los telescopios, son objetivos prioritarios para el IAC y las Instituciones Usuarias del ORM. Eso sin contar con la aplicación de la pionera Ley del Cielo, que además de garantizar el control de la contaminación lumínica en la Isla, genera una protección a los ecosistemas nocturnos y una reducción drástica en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Muchas comunidades autónomas y regiones de España y de otros países se han interesado por esta ley para replicarla en sus territorios. La Declaración Starlight de La Palma del año 2007 señala claramente a esta isla como un lugar que ha inspirado la contemplación de los cielos como un patrimonio cultural a preservar.

El Observatorio es un espacio de cooperación internacional gestionado por el IAC y regido por las leyes españolas y lo establecido en los Acuerdos Internacionales. Por su residencia pasan miles de personas al año entre personal científico y técnico de hasta 35 nacionalidades distintas, superándose normalmente las 10.000 pernoctaciones anuales. Casi la mitad de ellas las realiza personal que se desplaza a La Palma para observar unos pocos días o trabajar temporalmente en el ORM. La Residencia es un lugar de encuentro y también de descanso después de largas jornadas de observación nocturna o de tareas técnicas relacionadas con los telescopios. Su diseño está pensado para soportar las inclemencias invernales y su funcionamiento organizado incluso para poder resistir periodos cortos de aislamiento debido al cierre de carreteras o a ocasionales incendios forestales. En su comedor se han celebrado multitud de cenas y comidas y han pasado centenares de personalidades científicas, políticas y del ámbito cultural, de todo el mundo, desde el primer hombre que pisó la Luna, reyes y reinas, príncipes y princesas del lejano oriente, músicos y escritores que venden miles de libros. Uno de ellos describió el Observatorio como "un lugar donde hay personas que miran el pasado con tecnologías del futuro y no se hacen ricos por ello". Una manera singular de resumir la pasión vocacional que se respira en la cumbre más alta de la isla de La Palma.

JUAN CARLOS PÉREZ ARENCIBIA  
Astrofísico y administrador del ORM de 2001 a 2023



Arriba, Juan Carlos Pérez Arencibia, con Francisco Sánchez, Neil Armstrong y Garik Israelian, en el ORM. Centro, con el rey Felipe VI y Jorge Gmelch. Abajo, con algunos invitados al acto de la primera piedra del LST-1 (Manel Martínez, Ramón García López, el premio nobel Takaaki Kajita, Rafael Rebolo y Masahiro Teshima), al atardecer en el Observatorio © STARMUS y Antonio González/IAC

# “La Administración del ORM, al servicio de la ciencia y la sociedad palmera”

EMILIO GARCÍA



Decía el gran Manuel Vázquez Montalbán que uno nunca corrige su visión del mundo una vez cumplidos los cincuenta. Estoy de acuerdo con él, lo único que podemos hacer llegada esa edad es aumentar nuestro bagaje de experiencias y ampliar nuestras perspectivas, cada vez que se nos presenta una oportunidad. Y las oportunidades, cruzado el ecuador vital, son escasas. Finalizar la carrera profesional siendo Administrador del Observatorio del Roque de los Muchachos es un privilegio inesperado para alguien que trabaja en el servicio público, tanto por la diversidad de las actividades de gestión como por la posibilidad de impacto transversal local y cercano.

El Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) es, sin lugar a dudas, una de las instalaciones de investigación más relevantes del

país. Es el único caso de una Matrioska dentro del Mapa de Infraestructuras Científicas Tecnológicas Singulares (ICTS) de España, ya que en su seno alberga a su vez otra ICTS, el Gran Telescopio de Canarias (GTC). Adicionalmente al GTC, el ORM acoge más de una docena de instalaciones científicas, financiadas por entidades públicas y privadas individuales o resultado de la colaboración de varias de ellas en consorcios internacionales.

El ORM es un eterno adolescente, siempre en construcción, cambiando su perfil constantemente con nuevos telescopios. El penúltimo gran proyecto, nunca podemos hablar de un último, es el conjunto de los cuatro Large Size Telescope (LST), comenzados en 2017 y que concluirán el próximo año. En la cola están ya el New Robotic Telescope (NRT) y el European Solar Telescope (EST), que esperan comenzar sus obras en los próximos veinticuatro meses. También, porque no nombrarlo sin miedo da la mala suerte, la esperanza que finalmente se implante en las cumbres palmeras el Thirty Meter Telescope (TMT). Conviene recordar asimismo aquellos telescopios que nos dejan,

como el KVA-60, que tantos años estuvo con nosotros y este año ha sido desmantelado.

Son ya cerca de cuarenta años los que han transcurrido desde la inauguración del ORM en 1985. Desde entonces, nuestro centro no solo ha crecido en las cumbres, sino que necesitó expandirse a nivel de mar. En el año 2005 se inauguró el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), situado en el término municipal de Breña Baja, al que recientemente hemos dado el nombre de “Francisco Sánchez” en justo homenaje al fundador del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). El CALP no sólo es una base operativa imprescindible para quienes trabajamos en el ORM, también hospeda un nodo de la Red Española de Supercomputación. Este superordenador es un pilar central en la producción científica del IAC, tanto la que se realiza desde La Palma como desde Tenerife.

El ORM y el IAC son ya parte de la sociedad palmera, formando una simbiosis que proporciona beneficios mutuos. Los incomparables cielos de la Isla han favorecido

Panorámica del Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, con la Residencia en primer plano. © Pablo Bonet (IAC)





A la izquierda, vestíbulo de la Residencia del ORM y listado de telescopios de este observatorio. Arriba, panorámica del ORM. © Daniel López/IAC

Ø cm	FACILITIES	OWNER/OPERATOR	DATES
	<b>Instruments</b>		
20	Automatic Seeing Monitor (DIMMA)	IAC (ES), UN (FR)	2004 - today
30	Automatic Seeing Monitor (RoboDIMM)	STFC/ING (UK)	2007 - today
	<b>Optical &amp; IR Telescopes</b>		
36x2	Chromospheric Lyman Alpha SpectroPolarimeter (CLASP)	U. Warwick (UK)	2021 - today
4x12	SuperWASP	U. Warwick (UK)	2014 - today
40x16	Gravitational-wave Transient Observer (GOTO)	GOTO Collaboration*	2017 - today
18	Carlsberg Meridian Automatic Circle (CMA)	IAC (ES), IOA (ES)	not operative
45	Dutch Open Telescope (DOT)	DOT Foundation (NL)	not operative
50	Warwick 0,5m	U. Warwick (UK)	2014 - today
97	Swedish Solar Telescope (SST)	U. Stockholm (SE)	2002 - today
100	Warwick 1m	U. Warwick (UK)	2014 - today
100	Jacobus Kapteyn Telescope (JKT)	IAC (ES), SARA (US)	2015 - today
120	Mercator Telescope	K.U. Leuven (BE)	2002 - today
200	Liverpool Telescope (LT)	LJMU (UK)	2003 - today
250	Isaac Newton Telescope (ING)	IAC (ES), ING (UK)	1984 - today
256	Nordic Optical Telescope (NOT)	U. Turku (FI), U. Aarhus (DK)	1989 - today
358	Telescopio Nazionale Galileo-Galilei (TNG)	INAF (IT)	1998 - today
420	William Herschel Telescope (WHT)	IAC (ES), ING (UK)	1987 - today
1050	Gran Telescopio Canarias (GTC)	GRANTECAN (ES), U. Florida (US), UNAM (MEX), INAOE (MEX)	2008 - today
	<b>Cherenkov Telescopes</b>		
	F/(Ph)otometric Robotic Atmospheric Monitor (FRAM)	Czech Academy of Sciences (CZ)	2018 - today
300	First APD Cherenkov Telescope (FACT)	FACT Collaboration**	2011 - today
1700x2	Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Telescopes (MAGIC)	MAGIC Collaboration***	2005 - today
2300x4	Large Size Telescopes (LST)	LST Collaboration****, CTAO gGmbH (GE)	2018 - today
	<b>Cameras</b>		
	Canary Island Long-Baseline Observatory (CILBO)	European Space Agency (Int)	2011 - today
	All-sky Meteor Orbit System (AMOS)	C.U. Bratislava (CZ)	2014 - today
	Solar Photometer CIMEL	AEMET (ES)	2020 - today
	<b>Future and prospective projects</b>		
	Medium Size Telescopes (MST)	MST Collaboration*****, CTAO gGmbH (GE)	
	New Robotic Telescope (NRT)	LJMU (UK)	
	European Solar Telescope (EST)	EST Foundation (ES)	
	Thirty-Meter Telescope (TMT)	TMT International Observatory (US)	

el desarrollo de nuestras instalaciones y han hecho posible grandes descubrimientos científicos. En contraprestación, el sector de la astrofísica canaria impulsa el desarrollo económico de La Palma. En 2018, representaba el 3,3% del PIB insular y el 2,3% del empleo asalariado a tiempo completo en la isla. Y el impacto será indudablemente creciente. Desde el IAC y el GTC se cuida en particular el fomento y desarrollo de las vocaciones científicas entre la juventud insular. La semilla de las visitas anuales de los institutos de enseñanza secundaria al ORM y los programas de capacitación post universitarios empiezan a dar sus frutos, con una cantidad creciente de palmeras y palmeros dedicados a la Astrofísica.

No me quiero olvidar del apoyo que desde el IAC damos al astroturismo en La Palma. Los cielos palmeros se han visto complementados con una generación de guías especializados formados por la Fundación Starlight, un núcleo de emprendedores que siempre han tenido el máximo soporte desde nuestra institución. Este valioso capital humano se ha visto complementado

con infraestructuras como el Centro de Visitantes del Observatorio del Roque de los Muchachos, inaugurado en 2021, y que la colaboración entre Cabildo, Ayuntamiento de Garafía e IAC ha hecho crecer hasta poder recibir más de 40.000 visitantes anuales.

En definitiva, la Administración del Observatorio del Roque de los Muchachos es uno de esos escasos puestos públicos desde los que uno puede contribuir a desarrollar el país que todos deseamos. Una economía y sociedad basada en la ciencia y conocimiento, cuyos beneficios alcanzan a todas las personas y territorios, en particular, a aquellos que están más cerca. Quienes desde el IAC trabajamos día a día en desarrollar el ORM, estamos orgullosos que ello sea lo mismo que trabajar por desarrollar el potencial de la sociedad palmera.

EMILIO GARCÍA  
Administrador del ORM

Panorámica del CALP Francisco Sánchez, en Breña Baja (La Palma). © Miguel Briganty



# La palmera que administró un observatorio astrofísico en los ochenta

MARY BARRETO

En 2019, la ingeniera **Mary Barreto**, natural del municipio palmero de Villa de Mazo, fue nombrada Embajadora de Buena Voluntad en el XVII Aniversario de la Reserva Mundial de la Biosfera de La Palma. Esta mujer “con talento consolidado”, como la reconoció un premio en 2016, fue la primera administradora del Observatorio del Roque de los Muchachos, en una época tan difícil como emocionante. Actualmente, lleva la dirección técnica del Proyecto del Telescopio Solar Europeo (EST), en el Instituto de Astrofísica de Canarias.

El Roque de los Muchachos y su Observatorio es un lugar maravilloso. Mi etapa allí fue muy gratificante. Fue una experiencia dura para una joven recién licenciada que no sabía nada de observatorios ni de Astronomía y en una época en la que no existían las facilidades actuales. Aprendí mucho de lo que significa la vida en un Observatorio, del trabajo en equipo y de la supervivencia en situaciones realmente extremas.

Ha sido un privilegio muy grande, para una palmera joven, ser administradora del Observatorio del Roque de los Muchachos durante nueve años intensos, viviendo allí de lunes a viernes. Ahora, desde Tenerife, recuerdo con nostalgia y mucho cariño aquella época de mi vida, aunque he seguido contribuyendo a su grandeza a través del trabajo en instrumentación astrofísica que he realizado y realizo para el Observatorio como gestora de proyectos del IAC.

Mary Barreto, Embajadora de Buena Voluntad de la Reserva Mundial de la Biosfera La Palma



## LOS PRIMEROS PASOS

Cuando se inauguró el Observatorio, muchos palmeros subimos a visitarlo. Recuerdo que me fascinaron el Isaac Newton -de los telescopios operativos en aquella época, era el telescopio más grande- y la majestuosa Torre Solar Sueca, tan diferente y tan única. El Telescopio William Herschel aún estaba en obras.

Me sorprendió no ver a nadie. Me preguntaba cómo serían las observaciones y dónde estarían los observadores... ¡Quién me iba a decir a mí que allí estaba mi futuro profesional y que disfrutaría de una etapa de mi vida inolvidable!

En el taller de cerámica de mis padres, conocí a **Rolf Kever**. Trabajaba en la Torre Solar Sueca. Unas semanas después, le dijeron que hacía falta un ingeniero electrónico, pensó que quizás yo podía estar interesada. En aquel momento, cuando me llamaron, yo estaba entregando el proyecto de fin de carrera en la Universidad de Zaragoza. Querían hacerme una entrevista, lo antes posible, porque el director del proyecto LEST (Telescopio Solar terrestre más grande del mundo) estaba solo unos pocos días en el Roque. ¡No me lo podía creer! Al llegar al aeropuerto, el 29 de junio de 1986, le di las maletas a mi padre y subí directo al Roque. Mi padre se emociona cuando siempre digo que “fui de la Universidad al Roque sin pasar por casa”.

Acepté el reto. Mi primer día me regalaron unos crampones, que aún conservo, para caminar sobre hielo y pensé: “¡Socorro, ¿qué me espera aquí?” Y qué razón tenían: en invierno, el viento frío del norte deja unas heladas espectaculares, que hacen poco recomendable caminar sin calzado adecuado y aún más en el acceso a la Torre Solar Sueca, que iba a ser mi lugar de trabajo.

Había pocas mujeres en el Observatorio y yo era la única que realizaba tareas técnicas. Por eso, mi trabajo despertaba mucha expectación y curiosidad en el taller de electrónica de la Torre Sueca. Mis compañeros subían a verme soldar porque no se lo creían...

## LA EXPERIENCIA DE HAWÁI

Como en el proyecto LEST participaba Estados Unidos, en abril de 1987 me propusieron ir a Honolulu, a la Universidad de Hawái, a fabricar una electrónica y participar en la integración de equipos en Mauna Kea, que posteriormente instalaría iguales en el Roque. Estuve allí dos meses. Yo me veía conduciendo, junto a Pearl Harbor, en aquellas autopistas de 5 carriles, sin los medios de navegación electrónica que hay hoy, y me decía: “¿Qué hace una chica de Mazo aquí? Como te despistes de salida, a ver a dónde vas a parar.”

## DESARROLLANDO EL OBSERVATORIO

Como un usuario más del Observatorio, disfrutaba de los servicios comunes. Me alojaba en la Residencia de lunes a viernes y almorzaba en su comedor.

Al año de estar trabajando en la Torre Sueca, me ofrecieron ser la administradora del Observatorio: se trataba de representar al director del Instituto de Astrofísica de Canarias, en el Observatorio, con la obligación de gestionar los servicios comunes y garantizar la correcta operación del mismo.



Mary Barreto.

Yo era una joven de sólo 25 años. Era una responsabilidad muy grande para mí. Recuerdo el primer día que me senté en mi despacho. No tenía claro el alcance de todo lo que se esperaba de mí, pero sí conocía muy bien el Observatorio habiendo sido usuaria durante un año. Quería poner mi granito de arena para que siguiera evolucionando, garantizando y mejorando los servicios comunes de vital importancia para la operación de los telescopios: electricidad, teléfono, agua, carreteras, limpieza de carreteras, seguridad, combustible, alojamiento, manutención... así como la gestión de visitas y las relaciones con las autoridades locales. El Observatorio debe estar operativo 24 horas, con usuarios de día y de noche, y la gestión de todo esto es compleja y fundamental.

Parte del personal sube y baja todos los días. Otra parte se queda a trabajar por la noche y duerme en la Residencia. En aquella época, los astrónomos realizaban sus observaciones y, cuando regresaban a su instituto, se llevaban las cintas con los datos de mano, para procesarlas y luego publicar los resultados. En la actualidad, normalmente un telescopio realiza las observaciones para los astrónomos en servicio de cola principalmente, es decir, según las condiciones de la noche se observa el



Mary Barreto en el mes de abril en el Calendario Mujeres Con-Ciencia (curso 2021-2022), que hizo el ICI (Instituto Canario de Igualdad) del Gobierno de Canarias.

programa que mejor se adapte para ello, y así se aprovecha mejor la noche y no se pierden horas de observación; y luego se transfieren los datos por la red al astrónomo. Existen también telescopios robóticos controlados a distancia desde los países de origen.

Al ser la cabeza visible del Observatorio, había que agudizar el ingenio en el día a día para garantizar el correcto funcionamiento del Observatorio y sortear las dificultades.

De hecho, en aquella época de los 80, empezaban los ordenadores en las oficinas, pero todavía eran pocos y no tenían gran capacidad. No teníamos teléfonos móviles, solo fijos y sobre todo usábamos emisoras de radio para comunicarnos internamente. Para mensajes usábamos el télex... Pero no existían los protocolos de seguridad de hoy, ni tan siquiera el servicio del 112... ¡Eran otros tiempos!

Sin embargo, las dificultades y el aislamiento hacían que estuviéramos todos muy unidos: una familia plurinacional en las cumbres de la Palma.

Recuerdo que para los servicios comunes, compramos un camión quitanieves, pues, hasta entonces, dependíamos de una pala mecánica que pudiera subir desde Santa Cruz a abrirnos las carreteras. También compramos una ambulancia para casos de emergencias al estar a una hora del Hospital. Y ya entonces, instalamos las depuradoras en los telescopios para el tratamiento de aguas residuales.

Había una bomba de un pozo en Garafía que cada vez que arrancaba afectaba al suministro eléctrico de los telescopios. De hecho, dependiendo del momento, podía afectar de forma importante a las observaciones que se estaban realizando. Gracias a la colaboración de las autoridades y de Unelco, se consiguió ajustar el horario, para que el pozo pudiera arrancar al margen de las horas de observación.

#### LAS CABRAS DEL ROQUE

Otra curiosidad de esa época era que los pastores subían a pastorear las cabras. Las cabras se comían toda la vegetación. Sólo los codesos sobrevivían. Había un grupo de cabras incluso que dormía bajo la ventana de mi dormitorio; más de una noche me despertaron afilando sus cuernos contra la pared. Tenía su encanto. Como anécdota, pasé por una intervención quirúrgica y, tras la anestesia, me dijeron que hablaba de las cabras del Roque...

Las cabras se retiraron cuando comenzó el proyecto de recuperación de la vegetación autóctona y se vallaron zonas para proteger las plantas durante su crecimiento. Hoy, el Observatorio en primavera está precioso, lleno de flores, y nada que ver con aquella época árida en la que sólo había codesos.

#### LAS VISITAS

Se realizaban muchas visitas de grupos de colegios y, además, comenzaron los días de puertas abiertas, con la colaboración de la asociación de astrónomos aficionados de La Palma, la Cruz Roja, la Guardia Civil y personal de los telescopios. Esos días, el Roque era un hervidero de gente. Podíamos llegar a 3.000 visitantes en un día. Hoy, el Observatorio es un punto de visita obligada para cualquier turista que llegue a La Palma. Hubo muchos visitantes ilustres. Recuerdo con especial cariño la del premio nobel **Severo Ochoa**.

**Francisco Sánchez** me pidió que organizara una visita con almuerzo para los vecinos de Garafía. Unas 500 personas. A 2.426 metros, con los escasos medios que teníamos entonces, era complicado. Nos pusimos a trabajar junto con el Ayuntamiento que montó una estructura de postes cubierta con fayal, para protegernos del duro sol de agosto; el personal de cocina de la Residencia preparó la comida; los astrónomos aficionados colaboraron con el personal de los telescopios en guiar las visitas en grupos reducidos y fue todo un éxito. Se sigue celebrando cada año.

#### LA SEGURIDAD DE TODOS

Una de mis misiones era garantizar la seguridad del Observatorio. Hubo graves incendios, que nos pusieron al límite de las fuerzas. Pudimos mantener todo a salvo.

Como anécdota, durante un incendio recuerdo que, en el cambio de turno en el cuartel de la Guardia Civil de Tijarafe, preguntaban a los que bajaban del Roque: “¿Qué tal está la situación arriba?”. Empezaban diciendo: “La situación está complicada ¡Mary está concentrada haciendo punto de cruz en recepción, escuchando 4 emisoras de radio!”. Era verdad: necesitaba concentrarme, para atender a todas las emisoras, tener la máxima información y así tomar las mejores decisiones. Sin los protocolos actuales, era difícil: organizar el desalojo escalonado del personal del Observatorio, garantizando su seguridad y, a la vez, mantener los servicios mínimos que dieran soporte a los retenes que venían apagando el fuego.

#### LAS PERSONAS

Muchas personas hacen realidad una noche de observación: los astrónomos, por supuesto, pero también es esencial el personal técnico y administrativo. Contribuyen también, por ejemplo, los taxistas, el personal de vigilancia, recepción, de cocina y de limpieza que permite que su estancia en el Observatorio sea grata, etc.

He conocido a muchos palmeros en el Roque y, particularmente, a muchos garafianos: grandes personas y estuendos profesionales. El personal técnico de los telescopios, al principio era mayoritariamente extranjero. Con el paso del tiempo, y la consolidación de la operación de los telescopios, la presencia del personal local actualmente es muy importante, contando con grandes profesionales palmeros en diversos ámbitos.

En los ratos de ocio, disfrutábamos del compañerismo y del entorno: salir de tu oficina y poder meditar frente al Parque Nacional de la Caldera, hacer una caminata o contemplar puestas de sol maravillosas... era absolutamente extraordinario.

#### PROYECTOS DESDE TENERIFE

La maternidad me trajo a la sede de la Laguna del Instituto de Astrofísica y al Área de Instrumentación. He podido gestionar el espectrógrafo LIRIS para el Telescopio William Herschel, que lleva observando los cielos de la Palma desde 2003. Posteriormente, he realizado la gestión técnica de EMIR, un espectrógrafo infrarrojo para el Gran Telescopio Canarias (GTC), operativo desde 2016. Y, en la actualidad, he vuelto a mis orígenes solares realizando la dirección técnica del Proyecto EST, el Telescopio Solar Europeo, que se instalará en el Observatorio del Roque de los Muchachos en la ubicación del DOT (Telescopio solar holandés), junto a la Torre Solar Sueca, dados los excepcionales resultados que ha obtenido en estos años.

El Observatorio es, hoy en día, un referente mundial en la Astrofísica en la cumbres en la Palma, resultado del esfuerzo y dedicación de muchas personas. Quiero agradecer a todas ellas el esfuerzo, y muy especialmente a aquellas con las que he tenido el privilegio de trabajar, locales e internacionales, que me han permitido, además de poner mi granito de arena en la realidad del Observatorio del Roque, disfrutar realizando una maravillosa carrera profesional de 37 años vinculada a mi querido Observatorio y mi querida Isla de La Palma.

MARY BARRETO  
Ingeniera y gestora técnica  
del Telescopio Solar Europeo (EST)

# La niña que contemplaba las estrellas desde el patio de su casa

**Nieves Castro Rodríguez** recuerda que, cuando tenía nueve años, ya era consciente de la importancia de la Astronomía en La Palma. Hoy, esta científica nacida en Garafía doctorada en Astrofísica es experta en galaxias y trabaja como astrónoma de soporte en el Gran Telescopio Canarias.

Nací en Garafía, el municipio más al norte de la isla de La Palma, y cuando era niña, tenía muchas inquietudes sobre mi futuro. Quería ser peluquera, bailarina de ballet, cantante de ópera, inventora, escritora, arqueóloga... Me pasaba los días haciendo experimentos en el patio de mi casa, para susto de mi madre. Pero siempre recuerdo contemplar el cielo estrellado.

Yo ayudaba en las tareas del campo al caer la noche, que era el mejor momento para mirar las estrellas, ver cómo iban saliendo cientos y luego miles de ellas, con la Vía Láctea -o el Camino de Santiago, como la llaman aquí- atravesando el cielo en verano.

No sólo en mi pueblo se puede contemplar esta maravilla. Toda la gente en La Palma puede apreciar su belleza con solo salir a la calle. Es un bien del que quizá no seamos conscientes hasta que salimos de la Isla y vemos otros cielos contaminados por humos y luces que no te dejan ver las estrellas. Los palmeros se dan cuenta entonces del tesoro que tienen.

#### INAUGURACIÓN DEL OBSERVATORIO

Mi vida discurría plácidamente en mi casa, en mi pueblo. Garafía es un sitio excepcional para encontrar la tranquilidad y sentirse inmerso en la naturaleza salvaje del norte de las Islas Canarias.

Supongo que el punto de inflexión en mis pensamientos sobre lo que quería estudiar de mayor llegó un día, en mi colegio, cuando yo tenía unos nueve años. En 1985, era ajena a lo que ocurría en las cumbres de mi municipio, pero nuestra profesora nos dio una charla sobre el Sistema Solar, los planetas, los movimientos de los astros, etc. Todavía recuerdo los planetas pintados con tiza en la pizarra girando alrededor del Sol. Y pensé: “Yo quiero dedicarme a esto de mayor”.

Ese verano tuvo lugar la inauguración del Observatorio del Roque de los Muchachos por parte de reyes, jefes de Estado y otras autoridades políticas de los países que habían invertido en el Observatorio. Ese fue un gran acontecimiento para La Palma. La Astrofísica había puesto a esta pequeña isla en el mapa. Y no es que antes no fuera conocida, pero hablar de Canarias en el extranjero era sinónimo solo de buen tiempo, que lo tenemos, ciertamente. Además, el Observatorio puso a La Palma en la primera línea de la ciencia internacional y, cómo no, también de la economía que fluye a su alrededor y del turismo científico, tan en auge en los últimos tiempos.



Nieves Castro.

Esos días de 1985, hubo mucho ajeteo en La Palma, con muchas personalidades, agentes y medidas de seguridad. Y yo, tras la pantalla de la televisión, viendo cómo se inauguraban esas instalaciones en mi municipio. En ese momento, de alguna manera ya habían quedado sentadas las bases de mi vocación astrofísica. Para los habitantes de La Palma, la Astrofísica era entonces una actividad novedosa, algo que hacían todos “esos extranjeros” que estaban en la cumbre de nuestra isla. Por ese motivo, cuando me preguntaban qué querías ser de mayor, y yo les decía que “astrofísica”, ponían cara de sorpresa o extrañeza y murmuraban: “¡Qué rara es esta niña!”.



Nieves Castro con su hija junto al Gran Telescopio Canarias.

Mary Barreto, con una foto de EMIR en los talleres del IAC.



Con EMIR, antes de su instalación en el GTC.





Los hermanos Norberto y Nieves Castro, naturales de Garafía y ambos astrofísicos de profesión.

Pero he visto evolucionar a mi isla desde esos días, en los que la Astrofísica era algo nuevo, raro y desconocido, hasta la actualidad. Ahora, el Observatorio forma parte de nuestras vidas de alguna manera. Los niños en los colegios están más informados de lo que se hace allí arriba y ya no se considera un “bicho raro” a alguien que quiera estudiar Astrofísica. Ya es algo natural y lógico.

Por ejemplo, Garafía tiene la tasa más alta de astrónomos originarios del municipio por habitante del mismo de toda España. Concretamente, mi hermano pequeño, **Norberto Castro**, estudió Astrofísica en la Universidad de La Laguna y posteriormente realizó la tesis doctoral en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) en el estudio de la formación y evolución estrellas muy masivas en nuestra galaxia y galaxias cercanas. Actualmente se encuentra trabajando en un centro de investigación en Alemania. Un ejemplo de que la Isla también exporta ciencia al extranjero.

Decenas de personas trabajan en todos los aspectos relacionados con las estrellas en La Palma. Ya no son solo “esos extranjeros”. Numerosos palmeros, más de los que la



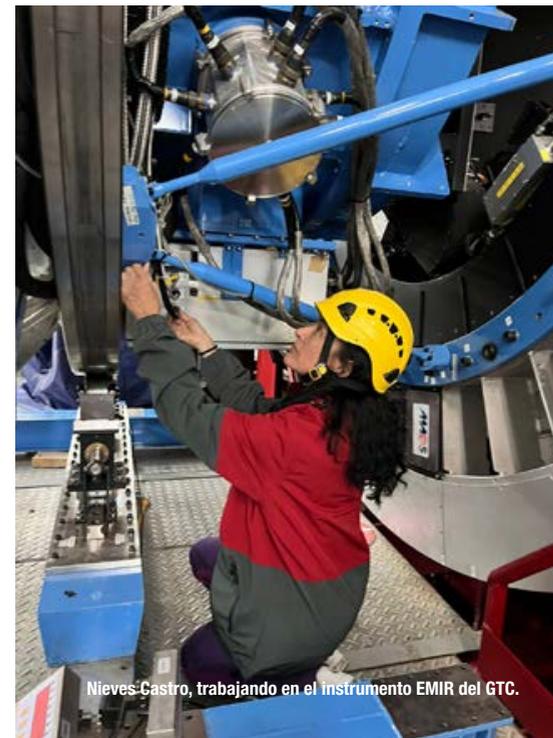
Nieves Castro, acompañando al escritor Juan Madrid durante su visita al GTC.

gente cree, estamos vinculados: en ciencia, en ingeniería, en servicios de abastecimiento y servicios en el Observatorio, empresas locales que hacen trabajos de mejoras y reparaciones en los telescopios, numerosas empresas de turismo astronómico que todos los días llevan a cientos de turistas a las instalaciones científicas, etc. Todo esto hace que la Astronomía en La Palma sea un motor importante en la economía de la Isla. Incluso ha inspirado a numerosos artistas locales en la creación de sus obras.

Se ha mejorado mucho en cuanto a la aceptación y apreciación de la gran bondad que tiene el cielo de La Palma para la ciencia, pero aún así los científicos debemos hacer aún mucha divulgación de la astrofísica y de los telescopios. Hay algunos habitantes de la Isla que aún tienen reticencias en cuanto a la existencia del Observatorio, que temen que estemos contaminando acuíferos y el medio ambiente, que producimos “radiaciones misteriosas” que causan cáncer y otras leyendas o bulos que ya existían cuando yo era pequeña. Pero



Nieves Castro junto al panel dedicado a ella con motivo de la exposición “Mujeres para una Isla de estrellas”, organizada en La Palma en 2017.



Nieves Castro, trabajando en el instrumento EMIR del GTC.

muchos de los que trabajamos allí somos palmeros y no pondríamos en riesgo, bajo ningún concepto, a nuestras propias familias, amigos o vecinos.

Aun así, nos queda mucha tarea de divulgación científica por hacer y, sobre todo, tenemos que hacer hincapié en los más jóvenes. Los niños palmeros son el futuro de La Palma y la tarea de enseñarles a pensar y mostrarles las maravillas de la Isla es también nuestro



Nieves Castro.

#### DE LAS GALAXIAS A GRANTECAN

Mi investigación en Astrofísica ha sido muy variada a lo largo de mi vida laboral, pero siempre ha estado orientada al estudio de las galaxias. Para saber cómo funciona el Universo y cómo ha evolucionado, tenemos que estudiar los elementos que lo componen. Y uno de esos elementos son las galaxias. Por ejemplo, conocer la estructura y evolución de nuestra Vía Láctea, estudiarla desde dentro para luego extrapolar estos conocimientos a galaxias cercanas. De la misma forma, mis estudios me han llevado a alejarme cada vez más de la Tierra hasta llegar a las galaxias primigenias del Universo. Aquellas que se crearon justo después del Big Bang y la época de reionización del Cosmos. Serían, por tanto, los primeros objetos formados en el Universo.

Otras actividades que he desarrollado se encuentran en la frontera entre la investigación astrofísica y la ingeniería. Es apasionante participar también en el desarrollo de instrumentación que va a ser instalada posteriormente tanto en telescopios terrestres como espaciales. Cuidar cada detalle para que cumpla con los propósitos para los que han sido creados, estudiar el Cosmos. He estado envuelta en dos grandes proyectos: el telescopio espacial Herschel, diseñado para estudiar el Universo en el infrarrojo lejano, región del espectro electromagnético de la luz que no se puede detectar desde la Tierra debido a nuestra atmósfera; y EMIR, un espectrógrafo y cámara para el estudio del cielo en el infrarrojo cercano y que fue instalado en el Gran Telescopio Canarias (GTC) en verano de 2016.

Actualmente, mis labores como astrónoma de soporte en este telescopio están dirigidos a obtener datos científicos de la mejor calidad para la comunidad astrofísica nacional y mundial, optimizando toda la operación del telescopio y de los instrumentos que allí tenemos para ese fin. También sigo trabajando estrechamente ligada a EMIR, el instrumento que ayudé a desarrollar.

trabajo, no solo hacer ciencia. Una especie de herencia que se les traspasará un día y que deberán cuidar.

Mi vida en la Astrofísica ha sido muy satisfactoria. Salí de La Palma con 18 años, como muchos palmeros, a estudiar a Tenerife, que tiene una de las mejores Facultades de Física y Astrofísica de España, gracias a los Observatorios y a los grandes científicos y profesores que allí trabajan. Di varias vueltas por distintos lugares del mundo durante mi tesis doctoral, trabajé más de 15 años en el Instituto de Astrofísica de Canarias, en La Laguna, dedicándome al estudio de las galaxias muy lejanas y a la ingeniería para el desarrollo de telescopios terrestres y espaciales, y finalmente volví a La Palma con mi familia a trabajar en Grantecan -el Gran Telescopio Canarias (GTC)-, el mayor telescopio óptico e infrarrojo que existe actualmente en el mundo. Un buen momento para, además de mi trabajo científico indagando en la vida de las galaxias, volver a mis orígenes y mostrar a la gente de La Palma la joya que tienen en sus cumbres y en su cielo. Ver el interés de los niños por las estrellas es algo que no tiene precio.

NIEVES CASTRO  
Astrónoma de Soporte del GTC

# El niño que eligió trabajar en el telescopio más grande del mundo

ANTONIO CABRERA



**Antonio Cabrera Lavers** tuvo claro que quería ser astrofísico cuando justo en el Roque de los Muchachos se estaba construyendo uno de los mejores observatorios astronómicos del mundo. Hoy se siente muy orgulloso de trabajar como jefe de Operaciones en una instalación de alta tecnología como el Gran Telescopio Canarias (GTC), “la joya de la corona” de la astronomía española.

A quién no le han preguntado alguna vez ¿y tú, qué quieres ser de mayor? Cuando somos pequeños, todos tenemos aspiraciones muy altas que a veces se cumplen y otras veces no. En mi caso, no voy a mentir, yo quería ser futbolista, simple y llanamente. Se me daba bien, es verdad, pero llegó un momento en el que tuve que elegir entre seguir los estudios o seguir entrenando, así que decidí lo primero... y no se puede decir que eligiera mal, creo.

¿Qué parte de influencia del entorno hay en esta elección? A mi entender, muchísima. Si uno nace en un pueblo asturiano costero y le gusta la investigación científica, la elección de la biología marina es casi inmediata, ¿verdad? Pues, en mi caso, se puede decir que fue exactamente así como sucedió.

No tuve la suerte de nacer en La Palma, pero mi familia sí es originaria y contamos con una vivienda familiar en Santo Domingo de Garafía, probablemente el lugar más aislado y a la vez mas hermoso de la Isla. Además, desde Garafía se disfruta de una vista espectacular del cielo estrellado (invito a los lectores a que lo comprueben por sí mismos, verán que no miento). Así que, cuando con 13 o 14 años, fui consciente de que justo en el Roque de los Muchachos se estaba construyendo uno de los mejores observatorios astronómicos del mundo, algo se movió dentro de mí y pensé: “¿Por qué no?”. Así que la decisión fue simple e inmediata: ser astrofísico. Si a esto añadimos que la mejor Facultad de Física (con su Departamento de Astrofísica) está

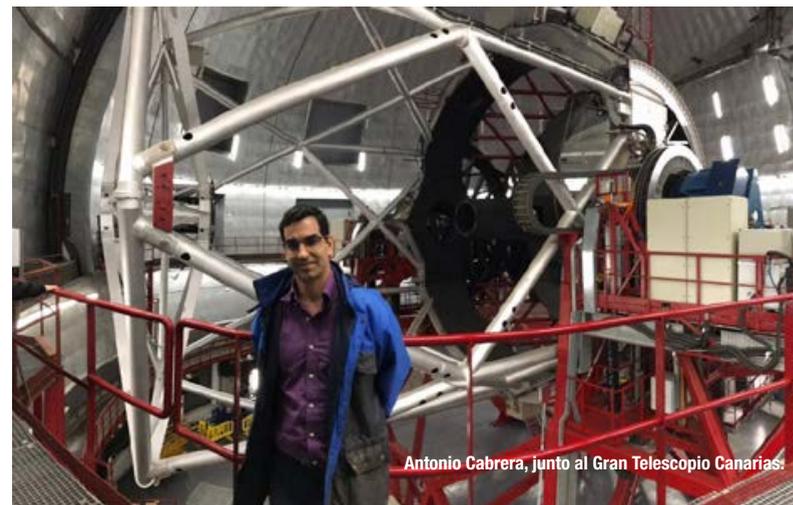
ubicada en La Laguna y además cuenta con los mejores medios (=instalaciones telescópicas de los Observatorios de Canarias) y los mejores profesores (=investigadores del IAC) posibles, pues claro, la elección se hace aún más fácil.

En la fotografía inferior de una visita al Observatorio del Roque de los Muchachos en 1998 durante la licenciatura, acompañados por el Dr. Ismael Pérez Fournon, hay 9 doctores en Astrofísica (3 de ellos trabajando actualmente en GTC), y la fotografía se tomó desde el TNG observando el lugar de construcción del GTC, que iba a ser “el mayor telescopio del mundo”.... curioso ¿no?

Completé mi licenciatura en el año 1999, y de inmediato comencé a trabajar en el IAC como Astrofísico Residente. Por este entonces, el proyecto del GTC -el mayor telescopio óptico e infrarrojo del mundo- ya era una realidad y se preveía que para 2004 comenzara su operación (bueno, un poco de optimismo nunca es malo...). De modo que lo tuve claro y enfoqué mi tesis en formarme al máximo en la observación nocturna para poder entrar a formar parte del equipo del GTC llegado el momento, lo que sucedió al finalizar mi doctorado en 2005. Y, desde entonces, aquí sigo....



Visita al Observatorio del Roque de los Muchachos en 1998 durante las prácticas de la licenciatura, acompañados por el Dr. Ismael Pérez Fournon (izquierda).



Antonio Cabrera, junto al Gran Telescopio Canarias.

Trabajar en una instalación de alta tecnología como el GTC es realmente un orgullo, como astrofísico y como palmero de adopción. Actualmente, el telescopio cuenta con un equipo en La Palma compuesto al 70% por ingenieros, astrónomos, técnicos y administrativos locales. Debemos, de una vez por todas, desterrar el tópico de que “el Observatorio es cosa de gente de fuera”. Tal vez es cierto que los primeros años, cuando la astronomía española estaba en pañales, no contábamos con personal adecuadamente formado, pero el trabajo continuado de los últimos 30 años ha dado sus frutos, y en GRANTECAN estamos plenamente satisfechos de ver cómo el telescopio funciona de modo tan brillante con personal mayoritariamente palmero. En mi caso concreto, siendo Astrónomo de Soporte, mi función consistía en ejecutar las observaciones nocturnas, que se gestionan de un modo semiautomático a fin de observar del modo más eficiente posible. Esto supone un trabajo muy complejo, pero el GTC ha sido capaz de trabajar de esta manera desde el inicio de sus operaciones científicas en 2009, lo cual también ha sido un verdadero éxito.

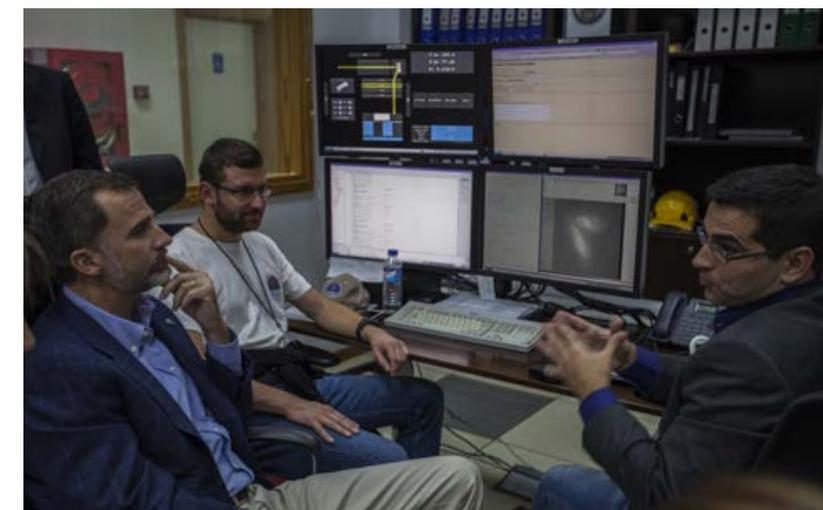
Además, el telescopio ha supuesto desde el principio una “cantera” impresionante de talentos jóvenes locales que han visto abiertas las puertas de otras instituciones similares en otros lugares del mundo. Así, en los últimos 5 años, ESO, Gemini, Observatorio Keck, entre otros, han incorporado personal del GTC con altísima cualificación gracias a los años pasados en nuestro telescopio. Yo mismo me vi afectado por una de estas captaciones, ya que pasé a ejercer como Jefe de Operaciones Científicas del GTC en 2014, cuando el anterior en el cargo viajó a Chile para ocupar este puesto en el Gemini South Telescope.

ANTONIO CABRERA LAVERS  
Jefe de Operaciones del GTC

## JEFE DE OPERACIONES DEL GTC

El trabajo de Jefe de Operaciones de GTC supone gestionar todos los aspectos y recursos humanos necesarios para desarrollar las operaciones nocturnas del telescopio, ejerciendo como punto principal de contacto con los usuarios del GTC, es decir, nuestros clientes. Es un trabajo diferente al de Astrónomo, para el cual me había preparado, pero sin duda es también apasionante. He visto crecer el telescopio y a su gente con él. En 2005, cuando apenas unas cuantas piezas del telescopio habían sido montadas, pocos habrían creído que pasados casi 20 años el telescopio se convertiría en la eficiente máquina de producción científica que es hoy en día y, también, en el importante atractor de interés externo en progresivo aumento, con más de 10.000 visitantes cada año.

Realmente, tenemos entre nuestras manos la “joya de la corona” de la astronomía española. Ahora, es verdad, subo mucho menos al telescopio que antes. En realidad, ni siquiera sería capaz de operar la mayoría de los instrumentos de los que disponemos actualmente, pero no me quejo. En las pocas noches que puedo pasar en el Observatorio, sigo con mi costumbre de mirar hacia abajo, a Garafía, y acordarme de cuando estaba allí abajo mirando hacia aquí arriba.... En verdad, ha merecido la pena.



Antonio Cabrera explicando al rey Felipe VI la colisión de dos galaxias en la sala de control del GTC.

# Un palmero, astrofísico propio de la Comunidad Autónoma de Canarias

JOSÉ ACOSTA

Nacido en el municipio palmero de Tazacorte, el astrofísico **José A. Acosta Pulido** obtuvo en 2005 una plaza de investigador en el IAC que financió el Gobierno de Canarias. Experto en instrumentación infrarroja, participó en el instrumento ISOPHOT para el satélite ISO, de la ESA, y calibró y puso a punto el instrumento infrarrojo LIRIS en el telescopio William Herschel, del Observatorio del Roque de los Muchachos. Su campo de investigación se centra principalmente en galaxias Seyfert y blázares desde una perspectiva observacional. Es de los que saben todas las técnicas necesarias para hacer observaciones astronómicas, cada paso del proceso para convertir una cuenta en un detector en un dato científico, con el viejo arte de la reducción de datos, y de los que detectan un problema en los datos con solo “olerlos”.

No sé si fui exactamente el primer palmero trabajando en el IAC, pero sí uno de los primeros. Cuando llegué, a comienzos de la década de 1980, había pocos canarios, al menos en investigación. En aquella época estaba también **Clara Régulo**, física solar y profesora de la Universidad de La Laguna (ULL) y de ascendencia palmera, de Garafía.

Me crié en Tazacorte -soy “bagañete”- y estudié en el Instituto de los Llanos de Aridane. Tenía preferencia por las matemáticas y la física, pero también me tentó la filosofía. Cuando tuve que decidir, al acabar COU y la selectividad, aún no existía Física en la Universidad de La Laguna -el primer ciclo de Física en la ULL comenzó en el curso 1982/83- y no sabía nada de la especialidad de Astrofísica, que había comenzado en el curso 1978/79. Siguiendo los pasos de un compañero, quise estudiar Física en Valencia, pero no pude matricularme porque estaba fuera de fecha, esperando el traslado del expediente. Al final hice el curso Selectivo de Escuelas Técnicas en La Laguna y, luego, sí pude hacer segundo en Valencia.

Uno de mis compañeros de piso, que era canario y también estaba haciendo Física, me habló de que conocía a gente del Observatorio del Teide relacionada con la física solar, y me habló de la especialidad de Astrofísica. Fue la primera vez que oí hablar de ella. Al terminar tercero tenía que decidir si me venía o si me quedaba. Yo quería quedarme, pero, en parte, por razones familiares, me vine a hacer cuarto y quinto aquí. Entonces empezó mi relación con la astrofísica. Ya estaba **John Beckman**, recién llegado, que nos subía al Observatorio de vez en cuando y, aprovechando, por ejemplo, cuando había gente observando en La Palma, si coincidía que estaba yo allí de vacaciones, subía y veía cómo trabajaban.

Sí había subido una vez al Roque cuando estaba en el instituto en Los Llanos, entonces estaban empezando a hacer observaciones con el telescopio sueco. Había un astrónomo, de los primeros que se habían

trasladado allí, que vivía en la zona de Tijarafe y conocía a mi tía, que tenía una agencia de viajes. Una noche nos invitó a que fuéramos a ver cómo se observaba. Y subimos por Garafía, por una carretera de tierra impresionantemente mala, llena de baches, con mi padre conduciendo ¡a 20 por hora! Pero, por entonces, no sabía que iba a estudiar ni Física, ni nada.

Cuando llegué de estudiante al IAC, la sede era una vasta sucesión de pasillos vacíos. Por aquella época estábamos aún en los “barracones”, en los terrenos de la actual facultad de Física y Matemáticas de la ULL. En cuarto obtuve una beca de verano en Inglaterra. John había conseguido estas becas en el RGO (Royal Greenwich Observatory), en Herstmonceux Castle, Sussex. Nos fuimos **Begoña Vila Costa**, que hoy ocupa un puesto importante en el James Webb Space Telescope, y yo. Fuimos los primeros, luego irían muchos más. Mientras estaba en Inglaterra, justo ese verano empezó la mudanza al nuevo edificio, la actual sede. De hecho, algunos compañeros de promoción estuvieron participando en el traslado. Luego, en el verano de quinto, ya me dieron una beca de verano aquí, en el IAC, trabajando con datos del cometa Halley. Y, efectivamente, en esa época esto era un vacío absoluto. No se veía a nadie por los pasillos y ahora el IAC está abarrotado.



José Acosta, en el centro, en la sala de control del telescopio William Herschel, junto con otros compañeros. De izquierda a derecha: Mischa Schirmer, del ING, Mary Barreto y Heidy Moreno, del IAC, y Miguel Charcos y Susi (María Jesús) Vidal, becarios de LIRIS, durante las primeras observaciones de tiempo garantizado con este instrumento en el telescopio.

Después me fui a hacer la tesis doctoral a Italia, en la Scuola Internazionale di Studi Avanzati (SISSA) en Trieste, puede que la menos italiana de las ciudades de Italia y de la que guardo buenos recuerdos. Está bien situada. Fue parte del imperio Austro-Húngaro, una ciudad fronterera, y tiene curiosidades como el castillo de Maximiliano I de México. Parece una ciudad austriaca.

Cuando volvía por el IAC para trabajar con **Ismael Pérez Fournon**, ya se notaba un poco más de crecimiento en el Instituto. Todavía había zonas vacías, pero ya había más ambientillo. Creo que ya funcionaba la cafetería.

A los cuatro años, regresé de Trieste para trabajar en el IAC. Mi tesis había sido en simulaciones teóricas de regiones de emisión alrededor de galaxias tipo Seyfert. Usábamos modelos de discos de crecimiento y lo metíamos en un código de fotoionización. Era el embrión de la que sigue siendo mi principal línea de investigación, que luego ha sido más observacional. Así que yo tenía un fondo de observaciones nulo. No tenía ni idea de trabajar con datos de física, ni de astronomía, ni nada de eso. Pero, como tenía algo de experiencia por haber colaborado con Ismael, empecé a familiarizarme con datos. Y me tocó ser de los que empezaron a trabajar con IRAF en UNIX, ¡con las *Sun Sparc-Stations!*, de las que había dos en el Centro de Cálculo, y me dieron una postdoc de soporte de IRAF. Pero nada de datos infrarrojos aún.

## EXPERIENCIA EN EL INFRARROJO

Mi primera experiencia con datos infrarrojos fue realmente en ISOPHOT, aunque no eran datos desde Tierra sino desde el satélite ISO. Fue una misión importante, que supuso un hito. En su momento, el satélite ISO de la ESA fue la misión de observación en infrarrojo más sensible hasta la fecha. Como observatorio infrarrojo fue muy pionero, porque la otra misión existente entonces, IRAS, de NASA, había sido más bien un cartografiado. El IAC había colaborado en la misión a través de **Paco Garzón, Peter Hammersley, Mike Selby** y **José Miguel Rodríguez Espinosa**, que estaban involucrados en ISOPHOT, uno de los cuatro instrumentos de ISO que lideraba el Instituto Max Planck de Astronomía (MPIA) de Heidelberg. Ahí, los nuestros tenían metido ISOPHOT-S, un espectrógrafo que, al final, resultó de los instrumentos más fiables de ISOPHOT.

Justo meses antes del lanzamiento, estaban buscando gente para que se ocupara de ayudar en las tareas de calibración del instrumento y a Paco se le ocurrió que aquí teníamos buenos candidatos. Así que apareció el IP (investigador principal), nos hizo una entrevista y nos seleccionaron a mí y a **Héctor Castañeda**, en sustitución de otro compañero que renunció. Yo llegué a Villafranca del Castillo, en Madrid, para trabajar por el Max Planck, 3 ó 4 meses antes del lanzamiento del satélite, en 1995 (Héctor un poco después), con lo que estuve en toda la parte de entrenamiento y demás. Era un puesto de trabajo dedicado. Nos llamaban científicos de calibración de instrumento, o algo así. Había un equipo de unas ocho personas por instrumento.

## EL DESARROLLO DE LIRIS

Al volver de mi trabajo en la misión ISO, me dediqué al instrumento LIRIS, una cámara/espectrógrafo de infrarrojo cercano en el WHT de 4,2 m y que fue súper importante para el desarrollo de la astronomía infrarroja en La Palma. Las experiencias anteriores, hasta aquel momento, no habían fructificado tanto y, sobre todo, en espectroscopía infrarroja, LIRIS fue el pionero.



José Acosta, en la entrada del IAC, en La Laguna.  
© Iván Jiménez (IAC)

Aunque el tratamiento de datos infrarrojos de Tierra o del espacio no era exactamente igual, sí se parecen mucho, así como los detectores infrarrojos que se usan en Tierra y los que se usaron en el satélite, con lo que ya traía una gran experiencia en este tipo de cosas. Pero LIRIS era un instrumento muy grande para lo que no estábamos acostumbrados. Fue una especie de mayoría de edad del Instituto en cuanto a desarrollos de instrumentación. Quizás LIRIS fue el paso necesario para llegar a donde estamos hoy, habiendo desarrollado instrumentación para GTC o participando en futuros instrumentos para el ELT. También como instrumento criogénico. Tan grande y con tantas complicaciones. Y luego, llegar a un telescopio que no estaba adaptado para la observación infrarroja. Tuvimos que adaptar todos los códigos a sistemas operativos muy antiguos. Además, no se quería arriesgar el funcionamiento normal del telescopio, que tantos éxitos arrastraba. Había que interactuar con comandos que había escrito una persona hacía 15 años y no se sabía cómo funcionaban, con lo que teníamos que averiguar qué es lo que estaban haciendo. En general, mucha parte de la interacción con el telescopio fue dura. Pero al final salió bien.

También soy profesor en la ULL, donde he tratado de seguir transmitiendo a las nuevas generaciones esos fundamentos de la astronomía observacional y la reducción de datos, que creo que siguen siendo muy necesarios en estos momentos de *pipelines* (procedimientos automáticos de reducción de datos) y tantas herramientas muy útiles, pero opacas para el usuario.

Este año será el último como profesor, pero seguiré con el proyecto de variabilidad en blázares, usando datos de telescopios pequeños, como algunos de los que existen en el Observatorio del Teide (IAC80, Las Cumbres...), y en espectroscopía bidimensional con **Begoña García Lorenzo** y **Cristina Ramos**.

Y, ahora, con mi hija ya volando alto por el mundo, quizá vuelva a La Palma algún día.

JOSÉ A. ACOSTA PULIDO  
Investigador del IAC

(Texto adaptado de una entrevista realizada por JULIO A. CASTRO ALMAZÁN)

# La experta en cometas y asteroides que decidió vivir en La Palma

JULIA DE LEÓN

Aunque chicharrera de nacimiento -nació y se crió en Santa Cruz de Tenerife-, **Julia de León Cruz** lleva ya 10 años viviendo y trabajando en La Palma. El amor a su profesión y a la familia que empezó a crear aquí, hizo que se viniera a disfrutar de los cielos de esta isla. Hoy por hoy, después de tantos años, se siente mitad palmera, mitad tinerfeña.

Al contrario que muchos de mis compañeros de profesión, lo mío con la astrofísica no fue vocacional. Se cocinó a fuego lento. De pequeña me gustaban muchas cosas: quería ser periodista, arquitecta, cantante, incluso piloto de avión. Adoraba leer. Pero lo que más me gustaba era aprender: esa sensación de constante descubrimiento, esa felicidad que le entraba a una por todo el cuerpo cuando comprendías, cuando entendías. Creo que por eso me quedé fascinada por las matemáticas cuando solo tenía siete u ocho años. Recuerdo perfectamente resolver una ecuación y pensar: “¡Guau, esto parece magia!” Y sospecho que eso tuvo mucho que ver con mi preferencia por la opción de ciencias puras cuando tuve que elegir, durante el Bachillerato, y con el hecho de que eligiera Física cuando llegué a la Universidad. Después, más adelante, cuando tuve que decidir qué especialidad quería hacer, me quedé con Astrofísica, que era (y sigue siendo), la mejor especialidad que se puede estudiar en la Universidad de La Laguna (ULL). Hacíamos las prácticas en telescopios profesionales



Julia de León, en la Winter School que coorganizó en 2016 sobre “La exploración del Sistema Solar”.

(un lujo) y, después de mi primera noche de observación en el Observatorio del Roque de los Muchachos, supe que había elegido bien. Ya tenía metido en el cuerpo el gusanillo de la investigación.

Me especialicé en el estudio de los asteroides casi por casualidad. Cuando terminé la carrera, en el año 2000, comencé a trabajar para la Agencia Espacial Europea (ESA) en uno de los telescopios del Observatorio del Teide, detectando y catalogando basura espacial. Mientras hacía observaciones y detectaba residuos que orbitaban la Tierra entre 800 km y 36.000 km de altura, empecé a detectar también asteroides que se acercaban a la Tierra (o NEAs, por sus siglas en inglés). Así que, de forma natural, mientras trabajaba para la ESA como “basurera” (hubo mucho cachondeo en casa con esto), hice mi tesis doctoral sobre los minerales que se encuentran en la superficie de estos asteroides.

## LA MISIÓN ROSETTA

En 2009 inicié mi andadura postdoctoral de tres años en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA, Granada), trabajando con datos de la misión Rosetta, de la ESA, cuyo objetivo era el cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko. De camino al cometa, la nave sobrevoló el asteroide (21) Lutetia, el 10 julio de 2010 (sí,



Julia de León, en la sala de control del TNG, haciendo en 2005 un seguimiento desde tierra del impacto de la nave Deep Impact (NASA) en el cometa 9P/Tempel 1.

un día antes de la final del Mundial de Fútbol), que era el objeto que yo debía estudiar. Regresé a la ULL en 2012, con una ayuda Juan de La Cierva, para trabajar en el grupo de Geología Planetaria de la Facultad de Biología, donde adquirí conocimientos en mineralogía, petrología, geoquímica y geología, que resultaron fundamentales para analizar e interpretar las imágenes de alta resolución espacial que habíamos obtenido gracias a la sonda Rosetta. Tras esta misión, siguieron muchas otras, en las que me he dedicado a estudiar y analizar las propiedades composicionales de las superficies de los asteroides: OSIRIS-REx (NASA), Hayabusa 2 (JAXA), DART (NASA) y Hera (ESA), entre otras. En esta última, que se lanzará en octubre de 2024 y que va a estudiar un asteroide binario, he ido un poco más allá, y además de analizar datos, los voy a proporcionar a la comunidad: soy responsable de un instrumento, la cámara hiperespectral Hyperscout-H, que tomará imágenes de la superficie del sistema Didymos-Dimorphos en 25 filtros en el rango visible. Es una gran responsabilidad, pero a la vez supone un desafío y una gran curva de aprendizaje que me estimula a diario.

## ASTEROIDES PELIGROSOS

En 2014 regresé al IAC, con un contrato postdoctoral, y desde entonces estoy trabajando en este centro. Actualmente soy Investigadora Distinguida y lidero el Grupo de Sistema Solar, compuesto por dos contratados pre-doctorales, una contratada postdoctoral, dos investigadores a tiempo completo y otros dos a tiempo parcial. Aunque estoy muy involucrada en el estudio de los asteroides desde el espacio, el grueso de la actividad investigadora la llevamos a cabo usando telescopios terrestres. Gracias a la inmejorable batería de telescopios que tenemos en los Observatorios de Canarias, nuestro grupo está a la cabeza en cuanto a la caracterización tanto física como composicional de los asteroides. En particular, y gracias al Gran Telescopio Canarias (GTC), nos hemos posicionado como líderes en el estudio de los asteroides considerados potencialmente peligrosos: aquellos que se acercan a la Tierra a distancias inferiores a 20 veces la distancia Tierra-Luna (unos 350.000 km) y que tienen tamaños superiores a 140 m. El GTC nos permite observar estos asteroides cuando aún están lejos de la órbita de la Tierra, lo que es crucial para refinar sus órbitas y estudiar su composición: dos aspectos cruciales a la hora de predecir un futuro impacto y las consecuencias del mismo.

Una de las razones por las que me gusta ser astrofísica es que nunca paras de aprender cosas nuevas. La investigación implica colaboración, y ese es otro aspecto que me encanta de mi profesión: conocer gente, viajar, descubrir otras culturas y otras formas de abordar los problemas. Y, además, algo muy importante en mi opinión: transmitir a la sociedad el trabajo que realizas y que se financia con sus impuestos. Creo firmemente en la divulgación de la ciencia, y es algo que me tomo muy en serio. Doy charlas en colegios y en institutos, sobre todo en La Palma, para despertar el interés de los más jóvenes en las carreras científicas y para que tengan muy presente que cuentan con una instalación puntera a nivel mundial en sus cumbres. Realmente es una suerte vivir aquí.

JULIA DE LEÓN  
Investigadora del IAC en La Palma



Julia de León, frente a la maqueta del GTC en la entrada del CALP.



El mes de agosto en el Calendario Mujeres Con-Ciencia (curso 2021-2022), que hizo el ICI (Instituto Canario de Igualdad) del Gobierno de Canarias.

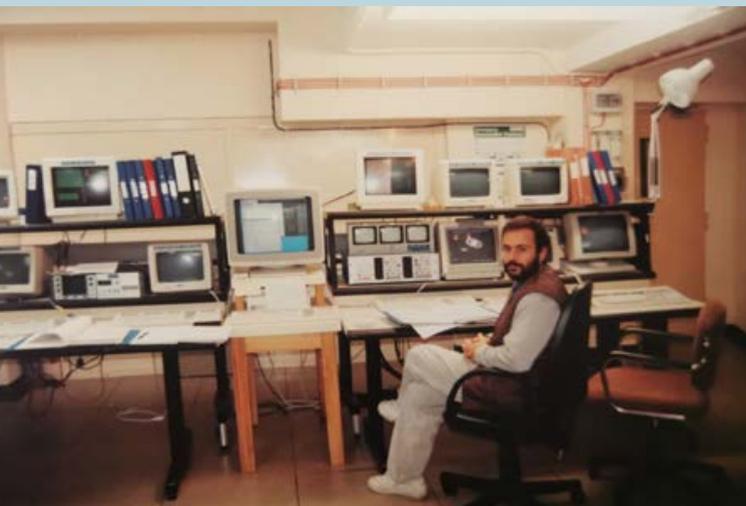


En un momento de la charla TEDx sobre asteroides que dio Julia de León en octubre de 2023, en Igualada, Barcelona.

# El niño de Los Llanos de Aridane impresionado por la transparencia del cielo de su isla

En octubre de 2023, sus colegas organizaron en su honor un congreso internacional bajo el título “Una vida dedicada a las Poblaciones Estelares”. Quizá porque este astrofísico palmero, de origen palestino y griego, se encuentra entre el 2% de los científicos más influyentes del mundo según el *ranking* de la Universidad de Stanford en la modalidad de carrera científica 1996-2022. Para **Alexandre Vazdekis**, su vínculo con La Palma no se limita a haber nacido en 1961 en una casa del barrio de Argual en Los Llanos de Aridane. También, el haberse apasionado por la astrofísica y realizado gran parte de su investigación.

Ya desde niño me impresionaba la transparencia del cielo palmero, que sin duda fue lo que me guio hasta estudiar Astrofísica y trabajar en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en concreto, con los telescopios Isaac Newton (INT) y William Herschel (WHT). Posteriormente, me doctoré por la Universidad de La Laguna bajo la dirección de **John Beckman** y **Reynier Peletier**, y tras estancias en las universidades de Tokio (Japón) y de Durham (Reino Unido) como postdoc, regresé al Instituto de Astrofísica de Canarias. En esos años construimos modelos de síntesis de poblaciones estelares, cuyas predicciones son imprescindibles para la determinación e



Alexandre Vazdekis, en la sala de control del WHT, del ING, en los años noventa.

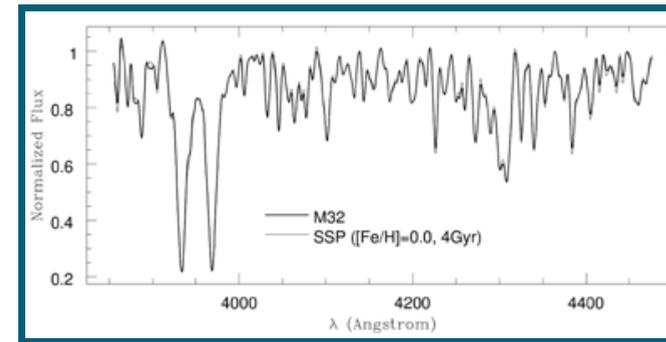
ALEXANDRE VAZDEKIS

interpretación del contenido estelar de las galaxias a partir de sus espectros. Precisamente, la aplicación de estos modelos a espectros obtenidos con el WHT nos permitió concluir que las galaxias más masivas (unas 10 veces la Vía Láctea) del Universo cercano formaron el grueso de sus estrellas en un período muy corto de tiempo (entre 200 y 500 millones de años), que evolucionan de forma pasiva desde entonces. Por tanto, estas galaxias se caracterizan por contener estrellas muy viejas, casi tanto como el propio Universo, resultados que se han visto confirmados recientemente con espectros de galaxias masivas a z en torno a 3-4 obtenidos con el telescopio espacial James Webb.

## CATÁLOGOS MILES Y E-MILES

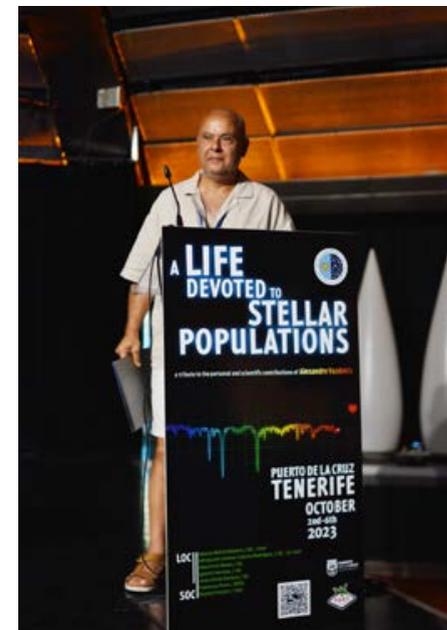
Con el objetivo de mejorar las predicciones de estos modelos, usamos el INT para obtener una biblioteca de espectros estelares, con una resolución moderadamente alta para las galaxias y compuesta por unas 1.000 estrellas. Denominada MILES, esta biblioteca constituye la referencia actual para el estudio de las poblaciones estelares y ha permitido una nueva generación de modelos -de los que somos pioneros- capaces de predecir espectros de poblaciones estelares con una resolución mayor que la característica de las galaxias masivas. Estos modelos nos permitieron proponer nuevos indicadores basados en ciertas líneas de absorción capaces de distinguir de forma clara los parámetros relevantes de las poblaciones estelares de las galaxias, como la edad o el contenido en metales. Estos modelos, con su extensión a los rangos ultravioleta e infrarrojo cercano, denominados E-MILES, también fueron los primeros en calcular espectros con abundancias relativas variables de elementos químicos para un rango sin precedentes de parámetros de las poblaciones estelares. A partir de estos modelos y espectros de galaxias masivas obtenidos en La Palma, se derivaron abundancias relativas de elementos clave, como el magnesio sobre el hierro, que indican que estas galaxias masivas formaron el grueso de sus estrellas muy rápidamente (<1 Ga); predicciones ampliamente usadas por la comunidad y disponibles en el portal “miles.iac.es”. Esta línea de investigación, que constituye una referencia histórica dentro del IAC, nos permitió además crear un proyecto de investigación que ha dado lugar a unas dos docenas de tesis doctorales en estos años (una decena bajo mi propia dirección). Fruto de estas contribuciones, organizamos uno de los primeros simposios de la Unión Astronómica Internacional celebrados en España, concretamente en Los Cancajos, en La Palma, en el año 2006.

Las historias de formación estelar de estas galaxias masivas



Ajuste del espectro de la galaxia elíptica M32 con los primeros modelos que predicen espectros de galaxias con resolución espectral moderadamente alta (para las galaxias) y basados en estrellas empíricas (en vez de teóricas). Antes solo se ajustaban ciertas líneas de absorción para inferir las propiedades de las poblaciones estelares. Con estos modelos de Vazdekis y su grupo, sin embargo, es posible un ajuste completo a todo el espectro, aprovechando toda su información, siendo el ajuste casi completo sin apenas distinción. Hoy en día, se ha convertido en un método estandarizado para derivar, por ejemplo, la edad o la metalicidad de las galaxias. Estos modelos pioneros están publicados en Vazdekis (1999) y el excepcional ajuste de esta galaxia en Vazdekis y Arimoto (1999).

han podido acotarse con mayor precisión mediante la extensión del rango espectral. Con datos obtenidos recientemente con los telescopios palmeros en el ultravioleta, pudimos determinar pequeñas contribuciones de estrellas jóvenes, mientras que desde el rango infrarrojo cercano hemos determinado que las poblaciones estelares con edades intermedias no son relevantes en estas galaxias masivas.



Alexandre Vazdekis y foto de grupo del congreso “Una vida dedicada a las Poblaciones Estelares”, celebrado en Tenerife en honor de este astrofísico palmero.

Dentro de esta línea de investigación y con datos obtenidos en los telescopios palmeros, incluido el Gran Telescopio Canarias (GTC), hemos constatado la no universalidad de la Función Inicial de Masas (FIM), la cual representa la distribución de estrellas según su masa al nacer. De hecho, hemos encontrado que las regiones centrales de las galaxias masivas poseen una fracción relativa de estrellas de baja masa (menor que la mitad de la masa solar), llamadas enanas M, que es significativamente mayor que en el entorno solar y que en el resto de la Vía Láctea. Además, esta fracción relativa de enanas M aumenta con la masa de la galaxia y la dependencia de la FIM no sólo es radial, sino también temporal (más estrellas masivas al inicio de la formación de la galaxia). Todos estos resultados nos han permitido proponer un escenario de dos fases: formación *in-situ* al inicio (<1 Ga) con FIM sesgada a las estrellas masivas y, posteriormente, *ex-situ* y con FIM sesgada a las enanas M. Esta variación de la FIM, considerada anteriormente un tema tabú, es de gran actualidad dadas las fuertes implicaciones para las historias de formación estelar y evolución química de las galaxias.

Como se deduce de lo expuesto, mi relación con La Palma y con sus cielos ha sido y seguirá siendo clave en mis aportaciones científicas, y no solo como palmero.

ALEXANDRE VAZDEKIS  
Astrofísico del IAC

## REFERENCIAS:

- Vazdekis, A. (1999). “Evolutionary Stellar Population Synthesis at 2 Å Spectral Resolution”. *ApJ*, 513, 224.
- Vazdekis, A. y Arimoto, N. (1999). “A Robust Age Indicator for Old Stellar Populations”. *ApJ*, 525, 144.



# La alumna que fue de excursión al Roque y se hizo astrónoma

CRISTINA RAMOS ALMEIDA

**Cristina Ramos Almeida**, natural de Santa Cruz de La Palma, es actualmente Científica Titular del Instituto de Astrofísica de Canarias. Experta en galaxias activas y agujeros negros supermasivos, se siente orgullosa de que la mayor parte de su investigación esté basada en observaciones realizadas con telescopios situados en su isla natal, incluido el Gran Telescopio Canarias.

Me interesa la Ciencia desde que era niña. Cuando tenía once años, mi madre me compró un telescopio con el que veíamos planetas y nebulosas desde la azotea. Me gustaban la Física, las Matemáticas, la Biología... mucho más que las asignaturas de Letras. Sin embargo, lo que me marcó definitivamente fue una excursión al Observatorio del Roque de los Muchachos que hice cuando estudiaba 8º de EGB en el colegio José Pérez Vidal, de Santa Cruz de La Palma. Tenía 12 años y, al entrar en la sala de control del Telescopio William Herschel (WHT), que fue el telescopio que visitamos, y ver todas aquellas imágenes astronómicas en las paredes, me dije: "Aquí quiero venir yo a trabajar algún día". Y mi sueño se cumplió. Han sido muchas noches las que he pasado observando con ese y otros telescopios, los que yo veía en el horizonte de pequeña. Tenemos la suerte de contar con uno de los mejores observatorios astronómicos del mundo y, gracias a eso, podemos hacer ciencia de primer nivel y competir en programas prestigiosos.

Tras hacer el bachillerato en el Instituto Luis Cobiella Cuevas, también de Santa Cruz de La Palma, decidí estudiar Física. Era la época en que se empezaban a descubrir los planetas extrasolares. También se mandó la sonda Cassini a Saturno. Y yo me confeccionaba una libreta con los recortes de periódicos sobre esas noticias. Así que me fui a estudiar a Tenerife, a la Universidad de La Laguna (ULL), donde en 2004 me licencié en Física con la especialidad de Astrofísica. En 2009 me doctoré con una tesis titulada "Actividad nuclear y formación estelar en galaxias", en la que utilicé, entre otros, datos infrarrojos obtenidos con el instrumento LIRIS en el WHT y por la que me dieron el Premio Extraordinario de Tesis Doctoral en la División de Ciencias.

Después, como es habitual en la carrera investigadora, estuve unos años en el extranjero. En concreto me trasladé al Reino Unido, donde permanecí dos años trabajando como investigadora postdoctoral asociada en la Universidad de

Sheffield. Regresé a Tenerife en 2011 con otra beca postdoctoral del IAC y, un año después, me concedieron una beca Marie Curie de la Unión Europea para desarrollar mi propia investigación. Embarazada de mi primera hija, me enteré de que había conseguido un contrato Ramón y Cajal para continuar mi actividad investigadora en el IAC. Hoy soy Científica Titular del mismo centro y lidero uno de sus grupos de investigación, compuesto en su mayoría por mujeres.

## GALAXIAS ACTIVAS

Desde su descubrimiento hace ya más de cincuenta años, los núcleos de galaxias activas (AGN, por sus siglas en inglés), hospedados tanto en los centros de galaxias cercanas como en los de objetos situados a distancias cosmológicas, han despertado un creciente interés por conocer el tipo de mecanismo capaz de generar cantidades de energía tan descomunales, así como por averiguar qué tipo de procesos o características definen el que una galaxia contenga un núcleo activo en un momento dado o no. Un tema de actualidad es el estudio de la relación existente entre la presencia de actividad nuclear y la formación estelar en galaxias. Al parecer, la formación del agujero negro central y la formación estelar primordial que origina el crecimiento de los bulbos galácticos están relacionadas. Por otra parte, la enorme cantidad de energía generada por el AGN calienta el material interestelar del que se alimenta la formación estelar, que además es acreta por el agujero negro central, por lo que la presencia del AGN implica la paulatina supresión de la formación estelar. Así pues, parece claro que ambos fenómenos están relacionados desde su inicio, aunque las condiciones y las escalas de tiempo en las que tienen lugar están aún por definir.

## AGUJEROS NEGROS SUPERMASIVOS

Las galaxias activas fue el campo en el que desarrollé mi tesis doctoral. En la actualidad, mi investigación se centra en el estudio de esta actividad nuclear producida por los agujeros negros supermasivos y, sobre todo, el papel fundamental ya demostrado que tiene en las galaxias, sobre todo a la hora de regular el crecimiento de las mismas. Aún no sabemos con exactitud de qué manera sucede o bajo qué circunstancias, pero sí sabemos que ocurre durante una fase en la que el agujero negro está consumiendo material de la galaxia donde reside a un ritmo muy elevado,



Cristina Ramos Almeida cuando era niña y ya tenía vocación científica inspirada por los telescopios del Observatorio del Roque de los Muchachos que veía en el horizonte.



Cristina Ramos Almeida. © IAC

haciéndose cada vez más pesado. Durante esta fase, es cuando se dice que la galaxia contiene un núcleo activo o AGN.

Este es un campo de la Astrofísica que está en pleno auge, ya que a medida que vamos obteniendo más observaciones y mejorando las simulaciones por ordenador para reproducir lo que vemos nos damos cuenta de que necesitamos esa actividad nuclear para explicar varias cuestiones. Entre ellas, la buena correlación que existe entre las propiedades de los agujeros negros y sus galaxias anfitrionas, el número de bariones que medimos en los halos de las galaxias y el número de galaxias masivas que observamos, que es mucho menor que el que predicen las simulaciones que no tienen en cuenta el efecto de la actividad nuclear.

Hace muy poco hemos visto por primera vez agujeros negros, uno de ellos en el centro de nuestra propia Galaxia, o más bien su sombra sobre la luz que lo rodea, lo cual ha supuesto un hito para la Astrofísica y para la Ciencia en general. Ahora esperamos obtener aún más detalles sobre esos agujeros negros supermasivos y también ser capaces de verlos en otras galaxias incluyendo la nuestra.

Otro resultado fundamental ha sido la detección de ondas gravitacionales producidas por la colisión de agujeros negros de masas estelares (mucho más pequeños que los que yo estudio). En el futuro, la misión LISA será capaz de detectar ondas gravitacionales producidas por choques de agujeros negros supermasivos.

Por último, centrándome en mi propia investigación, estamos estudiando ahora los vientos producidos por núcleos activos muy luminosos para entender cómo afectan a la galaxia. Estos vientos se llevan el gas que la galaxia necesita para seguir formando estrellas, y estamos intentando cuantificar cuánto de este gas arrastran para conocer el alcance de su impacto. Estos vientos pueden alcanzar velocidades de hasta miles de km/s cuando se trata de gas poco denso, y de hasta cientos de km/s en el caso del gas de mayor densidad. En el caso de los AGN más energéticos, como son algunos cuásares, podrían llegar a "vaciar" de gas el centro de las galaxias, impidiendo así la formación de nuevas estrellas.

## CUÁSARES Y FUSIÓN DE GALAXIAS

Descubiertos por primera vez hace 60 años, los cuásares pueden brillar tanto como un billón de estrellas concentradas en un volumen del tamaño de nuestro sistema solar. Desde

su descubrimiento, el origen de los procesos que desencadenan una actividad tan poderosa ha sido un misterio. Ahora, un nuevo trabajo que hemos realizado en colaboración con científicos de las universidades de Sheffield y Hertfordshire (Reino Unido), junto con otras investigadoras del IAC, ha revelado que son consecuencia de la fusión de galaxias.

La alta incidencia de fusiones en los cuásares se descubrió cuando observamos, utilizando las capacidades de imagen profunda de la Cámara de Gran Campo (WFC) del Isaac Newton Telescope (INT) y la cámara PF-QHY del WHT, la presencia de estructuras distorsionadas de bajo brillo superficial en las regiones externas de las galaxias que albergan cuásares.

La mayoría de las galaxias tienen agujeros negros supermasivos en sus centros. También contienen cantidades sustanciales de gas, pero la mayor parte del tiempo este gas orbita a grandes distancias de los centros de las galaxias, fuera del alcance de estos agujeros negros. Cuando dos galaxias se fusionan, las fuerzas gravitatorias impulsan el gas hacia el centro del sistema galáctico. Justo antes de que el gas sea consumido por el agujero negro de su núcleo, se liberan cantidades extraordinarias de energía en forma de radiación, lo que da lugar al brillo característico de los cuásares.

Es la primera vez que se observa una muestra de cuásares oscurecidos de este tamaño con un nivel de detalle tan elevado, gracias a la profundidad y calidad de las imágenes obtenidas en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Al comparar las observaciones de 48 cuásares



Cristina Ramos Almeida, dando una charla de divulgación con una imagen del GTC de fondo.

## ESFUERZO Y MOTIVACIÓN

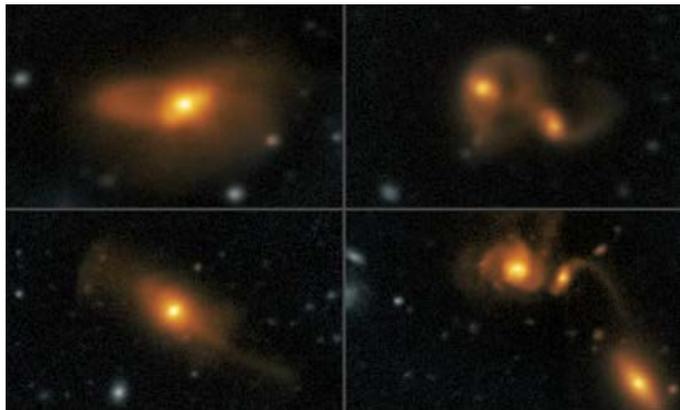
Nunca consideré que estudiar Física fuera una carrera de hombres. Probablemente porque crecí en un entorno donde no teníamos ningún tipo de prejuicios en ese sentido. Y cuando yo estudiaba en la universidad, en clase éramos un número significativo de chicas. No noté que fuéramos muchas menos que los chicos o que tuviéramos un trato diferente o menos oportunidades. Sin embargo, sí he encontrado que, a medida que vas avanzando en la carrera investigadora y empiezas a competir con los compañeros hombres, a veces escuchas comentarios como que tal beca la conseguiste por ser una mujer y había que rellenar el cupo para mujeres. Por otro lado, ahora que soy madre y tengo dos niñas, me doy cuenta de que la sociedad no las motiva lo suficiente para que hagan carreras científicas. Parece que para ellas estén solo las muñecas, las cocinitas... y, sin embargo, para los niños, los juegos de experimentos, incluso los juegos de Astronomía. Creo que hay que esforzarse de verdad por lo que una quiera conseguir en la vida. La palabra fácil hay que intentar evitarla a toda costa, y sobre todo hay que pensar dónde queremos estar de aquí a un cierto número de años. En mi caso, fui buena estudiante y tanto mis padres como mis profesores en La Palma siempre me motivaron y me hicieron sentir que yo era una persona capaz. Mi interés por la Astrofísica hizo que empezase a estudiar una carrera que requería mucho esfuerzo y dedicación, pero que me condujo al trabajo que tengo hoy en día. Por supuesto, no todo es ideal, es un trabajo muy competitivo que a veces es difícil de cara a la conciliación familiar, y además algunos gobiernos no nos han ayudado precisamente a ser competitivas desde el punto de vista económico, sin el cual no podemos funcionar. Pero tengo la enorme suerte de hacer lo que me gusta, que es investigar.

y sus galaxias anfitrionas con imágenes de más de 100 galaxias no cuásares, llegamos a la conclusión de que las galaxias que albergan cuásares tienen aproximadamente tres veces más probabilidades de estar interactuando o colisionando con otras galaxias. Esto implica que las fusiones entre galaxias son el principal mecanismo de encendido de la actividad tipo cuásar.

Los cuásares son uno de los fenómenos más extremos del Universo y es probable que lo que ellos están experimentando ahora represente el futuro de la Vía Láctea cuando colisione con la galaxia de Andrómeda dentro de unos cinco mil millones de años.

## OBSERVANDO CON EL JAMES WEBB

El estudio de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH, por sus siglas en inglés) en las regiones más internas de las galaxias activas es una de las mejores maneras de estudiar la influencia del agujero negro central en la evolución de la galaxia anfitriona. En estas regiones nucleares, otras herramientas para medir la formación de nuevas estrellas, principalmente en el rango de luz visible, tienen sus limitaciones. Esto se debe a que las densas nubes de gas y polvo en el corazón de las galaxias activas impiden ver una gran parte de la luz visible. La luz infrarroja, sin embargo, prácticamente no se ve afectada por el polvo o nos permite estudiar el propio polvo y, por tanto, permite una visión mucho más clara de la región central. Por eso hemos utilizado datos espectroscópicos del instrumento de infrarrojo medio (MIRI) del telescopio espacial James Webb (JWST).



Imágenes de cuásares, tomadas por WFC/INT, en las que aparecen estructuras distorsionadas en las partes externas de los sistemas, características de las fusiones de galaxias. Diseño: Gabriel Pérez Díaz (IAC)

Adquirir conocimientos fiables sobre las moléculas PAH es clave, especialmente en entornos extremadamente ricos en gas y polvo donde los diagnósticos tradicionales suelen fallar debido al elevado oscurecimiento. El siguiente paso es observar más galaxias para estudiar un conjunto representativo de la población de galaxias activas. Este es nuestro próximo objetivo dentro de las colaboraciones internacionales GATOS (del inglés *Galactic Activity, Torus and Outflow Survey*) y QSOFEED (*Quasar Feedback*). Esto nos permitirá entender mejor la idoneidad de estas moléculas para investigar la formación de estrellas en las galaxias activas y cómo depende de las propiedades del 'monstruo' central. Como parte del proyecto QSOFEED, del cual soy investigadora principal, hemos conseguido tiempo de observación con el JWST para estudiar los PAHs y los vientos de gas en cinco cuásares oscurecidos. Aún no puedo creer que entre abril y agosto de este año el JWST vaya apuntar a nuestros cuásares, es un sueño hecho realidad.

CRISTINA RAMOS ALMEIDA  
Científica Titular del IAC



Cristina Ramos Almeida, con la profesora de la ULL Inmaculada Perdomo, atendiendo una entrevista en RNE, para el programa Doble Hélice 3.0, sobre la mujer en la ciencia.

SUSANA DELGADO MARANTE

# Una ingeniera de San Andrés y Sauces, testigo de la evolución informática del IAC

Soy palmera, natural de San Andrés y Sauces, aunque la mayor parte de mi vida ha transcurrido en Tenerife, y en concreto en La Laguna. Me licencié en Informática en la Universidad Politécnica de Madrid cuando aún no era considerada una Ingeniería y había que cursar seis años de carrera.

En esos años, el IAC era ya un centro de investigación consolidado internacionalmente y un compañero me dijo que necesitaban personal de informática. Así que solicité una entrevista y me contrataron al terminar la carrera. Comencé a trabajar en el Centro de Cálculo de una institución puntera tecnológicamente y en la que se respira un buen ambiente de trabajo.

Durante mi carrera profesional he visto cómo han cambiado y evolucionado los sistemas informáticos y su relación e implicación en el trabajo de las personas. Empezamos con aquellos enormes ordenadores, discos y pantallas monocromas con letras de fósforo verde, hasta llegar a las configuraciones actuales, donde ya la inteligencia artificial y los ordenadores cuánticos son un hecho.



Susana Delgado. © Iván Jiménez (IAC)

Además de los conocimientos técnicos adquiridos, que abarcan distintas ramas de la Informática -sistemas, comunicaciones, desarrollo de software...-, mi trabajo en el IAC ha favorecido el desarrollo de otras aptitudes, como trabajo en equipo, resolución de problemas y gestión de proyectos.

En la actualidad, formo parte del equipo encargado de la web institucional del IAC, herramienta de divulgación del conocimiento astrofísico a la ciudadanía y escaparate del trabajo de mis compañeros científicos e ingenieros.

Recientemente he descubierto en el senderismo una actividad muy gratificante y, mi isla, La Palma, tiene unos senderos maravillosos, naturaleza en estado puro. Siempre que tengo oportunidad me escapo a recorrerlos.

SUSANA DELGADO  
Ingeniera Informática del IAC



Susana Delgado, en la Caldera de Taburiente (La Palma)

# La administrativa palmera que se emociona viendo cómo cambia el paisaje del Roque en cada estación

ANA LOZANO



Un Observatorio astrofísico como el Roque de los Muchachos no podría funcionar sin su personal administrativo. Alternando su trabajo entre los municipios de Garafía y Breña Baja, entre el ORM y el CALP, **Ana Luisa Lozano Pérez**, **Nieves Gloria Pérez Pérez** y, recientemente incorporada, **Eva María Martín Cruz**, desempeñan esas tareas esenciales que, como el igualmente indispensable personal de Mantenimiento y Servicios Informáticos, y el personal administrativo de la sede central del IAC, en La Laguna (Tenerife), facilitan el trabajo a los astrónomos y la actividad de los telescopios.

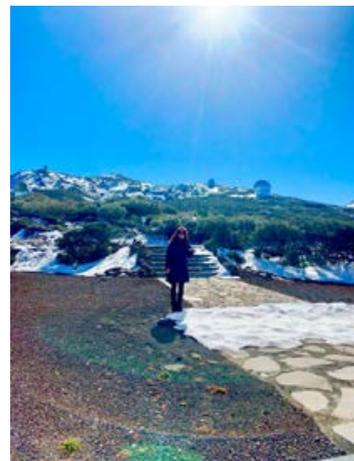
Ana Luisa Lozano Pérez nació en Santa Cruz de La Palma, de padre palmero y madre de origen cubano. Empezó a trabajar en el ORM en 1998. “Como palmera, nacida en una isla tan pequeña, me siento privilegiada porque se me ha brindado la oportunidad de trabajar en un ambiente internacional, de conocer a mucha gente de diferentes países y de abrirme más a la cultura”, comenta. Y añade: “Como muchos otros compañeros de La Palma, también me siento afortunada por trabajar rodeada de un paisaje tan espectacular como el Roque de los Muchachos. Los que amamos la naturaleza, nos emociona ver cómo cambia su paisaje en cada estación. Recuerdo que, alguna vez que, de camino a la oficina, donde trabajo como administrativa del IAC, a unos minutos de llegar, se cruzó un arruí o muflón, por una carretera que se llena de tajinastes rosas. Incluso los cuervos son una especie más del entorno que nos acompaña en el Roque. Para mí es algo excepcional. Y es un orgullo para mí que esta isla conserve, gracias a los palmeros, un cielo tan limpio y espectacular, recordando su lema: ‘Apaga una luz y enciende una estrella’”.



A la izquierda, personal de Mantenimiento y de Administración del ORM, con el director y la subdirectora del IAC.



Ana Lozano, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, uno de sus entornos de trabajo, tanto en primavera como en invierno.



JOAQUÍN ARCE, JORGE GMELCH, ADELTO HERNÁNDEZ, JORGE ORTEGA, AYTHAMI PEÑATE Y ALFREDO PÉREZ

## Los que “mantienen” el Observatorio, quitan la nieve y apagan incendios

El Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), junto con el Centro de Astrofísica La Palma “Francisco Sánchez” (CALP), cuenta con un departamento de Mantenimiento perteneciente al IAC cuyo objetivo principal es garantizar la operatividad de ambos centros, tanto sus propias instalaciones como las infraestructuras comunes, las cuales son vitales para su desarrollo y funcionamiento. Este departamento se compone de una plantilla de 6 personas, desde técnicos especializados a ingenieros, de los cuales todos somos palmeros, y donde más de la mitad supera los 30 años trabajando en el IAC. Cabe destacar al más veterano, el técnico **Joaquín Arce** (1985), luego le siguen **Adelto Hernández** (1992) y servidor, **Jorge Gmelch** (1992), ingeniero de Observatorio. Nuestra última incorporación como jefe de Mantenimiento, **Jorge Ortega** (2024), y finalizamos con **Alfredo Pérez** (2007), técnico especialista, además de **Aythami Peñate** (2005), como técnico informático. Para todos nosotros es un privilegio trabajar en uno de los tres mejores observatorios del mundo y, como máximo responsable del departamento, estoy muy orgulloso y satisfecho de este grupo de personas que lo forman. Hemos vivido muchas experiencias y anécdotas que, al final, nos han ayudado a mejorar día a día y a establecer un departamento con garantías de respuesta a cualquier incidencia dentro del ORM y del CALP. Como una de tantas

anécdotas vividas, recuerdo la intensa nevada de 2005 así como el incendio forestal de gran intensidad que sufrimos dentro del ORM. Ambas circunstancias ocasionaron muchas incidencias en el Observatorio, volviendo la operatividad del mismo en pocas semanas gracias al apoyo de todo el personal de Mantenimiento de los diferentes departamentos dentro del ORM, siendo en su mayoría personal palmero.



Personal de Mantenimiento con el premio nobel Takaaki Kajita. © Antonio González/IAC

JORGE GMELCH  
Ingeniero Superior del ORM



Nevada en el ORM, incendio cerca de los telescopios y desprendimientos en la carretera de acceso al Observatorio.



Joaquín Arce con Francisco Sánchez.

Viajar en el tiempo hacia mis primeros días en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en octubre de 1985, es como abrir un viejo baúl lleno de tesoros. Pocos meses después de su inauguración oficial, en junio de 1985, comenzó mi labor en el equipo de Mantenimiento. En este amplio período de tiempo, el ORM ha visto una evolución tecnológica de gran magnitud, así como un aumento del número de telescopios destinados a todo tipo de estudios científicos. Aún recuerdo que en mis inicios la tecnología general de la que disponíamos era bastante básica, sobre todo si la comparamos con la que tenemos actualmente. Desde una máquina de escribir, un teletipo... hasta ordenadores con procesador Intel 286. A lo largo de estos casi cuarenta años, me vienen muchas anécdotas a la cabeza. Entre todas ellas, destacaría las visitas de autoridades políticas, jefes de Estado y diversas personalidades relacionadas con la astronomía, como es el caso de **Pedro Duque** y **Neil Armstrong**, celebridades como **Brian May** y **George Clooney**; y numerosos premios nobel de Física, sobre todo, de las que conservo muy buenos recuerdos. Sin embargo, también hubo momentos de incertidumbre, desafíos que pusieron a prueba nuestra determinación y resiliencia: fuertes nevadas e incendios de una magnitud considerable que han afectado a las instalaciones y sus cercanías; desprendimientos de rocas en la vía, teniendo que cambiar la ruta de acceso al ORM; y eventos geológicos como fue el volcán Tajogaite en 2021. Al mirar hacia atrás en este viaje, me siento agradecido por las experiencias compartidas, las lecciones aprendidas y los vínculos creados”.

JOAQUÍN ARCE  
Técnico de Mantenimiento del ORM

# De astrónomo aficionado a cumplir sus sueños

ANTONIO GONZÁLEZ

Antonio González mira a su alrededor, respira profundamente y comienza... “Bienvenidos al cielo de La Palma” – “Bienvenidos al Observatorio Roque de los Muchachos”. Estas son, básicamente, las frases que más ha repetido en estos últimos 15 años, desde que transformó su afición en profesión. “Pero no -explica-, realmente mi relación con la Astronomía y con el Instituto de Astrofísica de Canarias no es de hace tan poco tiempo, les cuento.”

Mi primer recuerdo es de cuando se “estremeció” La Palma con la inauguración de nuestro observatorio, en 1985. En esos días, mi padre me llevó a la Avenida Marítima, frente al antiguo Parador Nacional. Me alzó sobre un muro para que pudiera ver y disfrutar de todo el despliegue de personalidades y de seguridad que se movía alrededor de ese alojamiento. Mis padres siempre comentaban mi inquietud por leer y ver documentales de naturaleza, pero especialmente del Universo. Sin embargo, si he de marcar un inicio, fue la madrugada del 11 al 12 de abril de 1986. Esa noche, La Palma celebró la Fiesta del Halley, “Apaga la luz y enciende el cielo”, actividad coordinada entre el Cabildo Insular y el IAC y por la que se apagaron las luminarias públicas para poder observar el cometa. Yo, con 14 años, cogí papel, lápiz y unos prismáticos y, con paciencia, lo dibujé, desde el balcón de mi casa, en la Barriada de El Pilar en Santa Cruz de La Palma.

Enseguida comenzó mi afición. Aún recuerdo perfectamente pedir algo de dinero a mis padres para recorrer las librerías de la ciudad, preguntando por libros de Astronomía. Y cuando ya había perdido la esperanza y soportado la pregunta de rigor “¿qué horóscopo quieres?”, encontré uno, que todavía conservo. Por esas fechas, unos compañeros del instituto me hablaron de un grupo de amigos que se reunía todas las semanas para ver las estrellas. Tras ese gran acontecimiento, el del Halley, había nacido la Agrupación Astronómica Palmera (AAP). La decana de Canarias y en

la que ocupé varios cargos, entre ellos el de presidente durante unos 12 años. Pertenecer a esta asociación fue un gran avance, un grupo formado por aficionados y profesionales, propiciando mi acercamiento al observatorio profesional de La Palma.

Ya por esos años se emitía la serie *Cosmos*, del gran **Carl Sagan**. Programaba mis semanas para ver la serie por TV, y grabarla, para disfrutar de los episodios una y otra vez. Recuerdo la vez que me enojé cuando TVE en Canarias cambió la programación regional. Llamé a información de Telefónica para conseguir el contacto de programación en Canarias, para quejarme y preguntar cuándo pondrían el episodio no emitido.

Importante ha sido la influencia aquí de los miembros de la AAP, entre ellos uno de sus primeros presidentes, **Benito Rodríguez**. Todos pasamos horas y horas observando en lo que hoy conocemos como miradores astronómicos, el del Llano de la Venta y el de Los Jables. Muchos éramos muy jóvenes y, aun así, nos atrevíamos a subir al Roque de los Muchachos de noche, para estar entre los telescopios profesionales y disfrutar de las estrellas. Las constelaciones se nos hacían irreconocibles debido a la cantidad de estrellas que podíamos ver. Entre ellos, el gran compañero de aventuras **José Antonio Fernández**. En esta fase, mis padres seguían siendo muy importantes. Gracias a ellos conseguí mi primer instrumento astronómico, unos prismáticos de 10x50 con trípode. Todo un lujo. Así comencé a observar estrellas variables y dobles, y a crear mis primeros dibujos y anotaciones de nebulosas y cúmulos de estrellas. Y fue, años después, cuando me ayudaron a comprar mi primer telescopio Dobson, que también conservo con cariño.

De mi época de instituto recuerdo cómo, durante el recreo, me iba a mi casa -vivía cerca- para observar con mis prismáticos y trípode

Antonio González, vinculado desde joven al Observatorio del Roque de los Muchachos y a la divulgación científica.



el Sol (método de proyección) y hacer un registro y seguimiento diario de las manchas y número de Wolf. También recuerdo cómo mis profesores me permitían asistir a alguna de las charlas que ellos recibían en el centro, impartidas por los astrofísicos del IAC. A principios de los 90 colaboramos con este centro en las primeras Jornadas de Puertas Abiertas, en las que se llegaba a atender a más de 2.500 personas en un solo día. Grupos y grupos rotando en diferentes telescopios. El IAC, siendo nosotros aficionados, nos preparó para colaborar y enseñar cualquiera de los telescopios del complejo astrofísico, pero en mi caso, los que más guié, fueron el William Herschel, el Isaac Newton y la Torre Solar Sueca. En este último telescopio tengo una anécdota con un niño, a quien, mientras esperaba con su familia, le pregunté: “¿Te gusta la Astronomía?”. Y él respondió: “¿Y qué es la astrono-tuya?”. Evidentemente, me reí.

Siempre tendré gratos recuerdos de todos los administradores de este observatorio, pero en especial de **Mary Barreto** y de **Juan Carlos Pérez Arencibia**. De Mary puedo comentar muchas cosas, pero quiero recordar una de hace unos años, cuando ella, después de toda una noche trabajando para poner en marcha en el GTC uno de sus numerosos proyectos, se dirigía a descansar a la Residencia y se cruzó conmigo. Como siempre, Mary muy atenta (yo la notaba muy cansada), me preguntó si había visto el último instrumento que habían colocado, a lo cual respondí que no, pero ella insistió en regresar de nuevo conmigo al telescopio para enseñármelo, pese a mi negativa por su cansancio. Son cosas que solo lo hacen las grandes personas. Lo mismo el administrador hasta el año pasado, Juan Carlos, y todo su equipo de administración (diurno y nocturno), que han hecho que me sienta uno más de este observatorio.

Año 1991, llegó el momento de elegir carrera, aunque ya lo tenía bastante claro. Yo quería ser “astrofísico”, pero no para viajar y hacer investigación. Yo quería enseñar y soñaba con divulgar Astronomía como Carl Sagan. Por este pensamiento tuve el “reproche” de mis compañeros y compañeras de Físicas: “¿Haces una carrera tan difícil para tener claro, desde ahora, que quieres dar clases?”

Estuve dos años en la Universidad de La Laguna, pero no supe aprovechar esa gran oportunidad y, lamentablemente, tuve que regresar a La Palma. No obstante, de esa experiencia tengo muy gratos recuerdos, de compañeras y compañeros que ahora son docentes o trabajan en los telescopios de los observatorios canarios. Durante esa época, también impartí charlas de Astronomía, como aficionado, en algunos centros escolares de Tenerife. Y aquí es donde entra en escena **Carmen del Puerto**. Siendo estudiante de Físicas quise conocer todo lo posible del IAC, y solicitar algunas diapositivas para mis charlas y, con esa intención, visité la sede. Allí me atendió



Antonio González, en una feria de la Ciencia en La Palma.

Carmen, que me informó de todo y me regaló varias imágenes de los telescopios. Carmen me agradeció la difusión que estaba haciendo de la Astrofísica. Imagínense cómo me sentí, un joven “proyecto” de astrofísico, ante semejante trato recibido por alguien del IAC. También me suscribí al boletín mensual del Instituto, que me quiso mantener cuando, aun así, le informé de mi regreso a La Palma.

Durante mi breve estancia en la ULL, mis inquietudes se dispararon aún más por lo que, durante mis horas de estudios en la biblioteca, contacté con alumnos avanzados de Astrofísica, que me permitieron acompañarlos a realizar observaciones en el telescopio Mons. Recuerdo mover su cúpula con una cuerda y estar pendiente de la recepción de los datos en un viejo ordenador. Sí, mucho frío, pero para mí era un sueño hecho realidad. Comencé, así, a conocer el Observatorio del Teide.

Pero, después de dos años en la Universidad, la cosa no salió bien... aún me sigo preguntando el qué. Regresé a La Palma y, entonces, pasé a ser un “astrofísico frustrado”. Y sí, lo confieso, me pasaron muchas cosas por la cabeza... ¿qué iba a hacer un joven que no podía cumplir el sueño de ser astrofísico? Pues luchar y no cruzarse de brazos. Comencé así mis estudios en FP y, al mismo tiempo, asistiendo a cursos y congresos de Astronomía, en algunos casos homologados por universidades. Cursos para formar, dar charlas, preparar proyectos, trabajar con jóvenes, etc., no sabía para qué, pero sentía que tenía que hacerlos.

Seguí intensificando mi afición y divulgación de la Astronomía con la AAP, comenzaron muchos proyectos con el Cabildo Insular de La Palma, a cuya institución le estaré eternamente agradecido.

De esta etapa quiero intercalar una anécdota, acontecida durante unas jornadas organizadas por la asociación y la Obra Social y Cultural de CajaCanarias, en la que participábamos aficionados y profesionales. Yo impartía una charla el mismo día que lo hacía **Clara Régulo**, quien fue profesora mía en la Universidad. Ella se acordaba de mí y de mi “fracaso”, y en



Antonio González, con Francisco Sánchez, director fundador del IAC.



Antonio González, preparando una observación astronómica con público.



Antonio González, en el ORM y con su mujer, Mireya Bienes.

el momento del saludo, me dijo: “No me trates de usted que, aunque no hayas terminado la carrera, somos realmente colegas”. Jamás lo olvidaré.

En este retorno sigue mi vínculo con el IAC y con los telescopios. Me trataban como uno más. Como aficionado enseñaba el Observatorio en las Jornadas de Puertas Abiertas. Con la AAP atendíamos grupos de visitantes con un proyecto llamado SkyWays (lo que hoy conocemos como AstroTurismo), continuaba con mis observaciones solares, me compré mi primer telescopio “grande”, mejoré mis conocimientos

en fotografía nocturna (en diapositiva), me leía muchas revistas y veía muchos documentales, y el IAC contaba conmigo para atender a alguna eminencia que venía a visitar el Observatorio. Allí estaba yo, con mi telescopio, de noche, en uno de los mejores centros astrofísicos del mundo, enseñando el cielo a políticos, príncipes y princesas, cantantes, escritores, astronautas, etc. Lo cual agradezco al IAC. Y conocí, por supuesto, a grandes pilares de este centro, como **Francisco Sánchez** y **Luis Martínez**, a quienes siempre agradeceré la confianza puesta en mí.

En mi mente otro gran recuerdo, año 2008, durante un viaje al eclipse de Sol en Siberia, aunque ya los conocía de antes, pude compartir grandes momentos y conocimientos con otros referentes, como son **Miquel Serra**, entonces administrador del Observatorio del Teide, **Ángel Gómez**, de la revista *Astronomía*, el gran astrofotógrafo **Juan Carlos Casado** y uno de los grandes maestros y divulgadores que han influenciado mucho en mí, **Federico Fernández Porredón**.

Y a partir de aquí resumo numerosos acontecimientos que han marcado mi rumbo. Año 2007, Primera Conferencia Internacional Starlight, en la que presenté el proyecto “La Palma y sus 14 Cielos”, y cuando el GTC ejecuta su primera luz. Año 2009, Año Internacional de la Astronomía y el de la inauguración oficial del GTC, el mismo en el que decidí dedicarme de lleno y profesionalmente a la divulgación de la Astronomía, creando la primera empresa especializada de La Palma, Astrotour Isla Bonita, junto a **Carmelo González**. Y vuelve a adquirir importancia el IAC y el Cabildo Insular de La Palma, quienes apoyaron (y apoyan) numerosas ideas propias, como la Red de Miradores y Senderos Astronómicos, las primeras tematizaciones de muchas iniciativas privadas, nace el Taller del Astrónom@ y muchos proyectos divulgativos que hemos mantenido hasta la actualidad.

He tenido la suerte de participar en muchos proyectos divulgativos del IAC, gracias al equipo encabezado por **Alfred Rosenberg**. Y con **Federico de La Paz** y **Javier Díaz**, de la Oficina Técnica para la Protección del Cielo (OTPC) del IAC.

No puedo dejar de mencionar el trato excepcional que he recibido por parte de todas las instituciones y telescopios del ORM, pero en especial del GTC. Agradezco a su exdirector, **Pedro Álvarez**, y al actual director, **Romano Corradi**, y a todo su equipo, que siempre me hayan hecho “sentir como en casa”.

Y al igual que yo muchos podrán hablar de experiencias maravillosas vividas desde que el Observatorio Roque de los Muchachos naciese en nuestras cumbres de La Palma. Soy testigo directo de todos los beneficios que está entrañando, avances científicos, de conocimiento, económico, formativos, turísticos... Hablamos de una industria limpia, con la que solo extraemos conocimientos del Universo que nos rodea. Por eso no entiendo por qué unos pocos quieren apagar la ilusión de muchos palmeros, un futuro en el que no solo dependamos del turismo y la agricultura, sino también de la CIENCIA.

Actualmente me encuentro trabajando en un proyecto divulgativo de la Astronomía, en el Programa de Divulgación y Promoción del Astroturismo (PALP), para la Sociedad de Promoción y Desarrollo Económico y Social de La Palma (SODEPAL) y el área de Turismo del Cabildo Insular de La Palma. Cien por cien de mi tiempo dedicado a llevar la Astronomía de una manera didáctica a todas y todos, un sueño finalmente... cumplido. Y lo confieso, sigo oyendo la banda sonora de la serie *Cosmos* (la antigua), dejando algún rastro de lágrimas y esbozando sonrisas por los recuerdos.

*Dedico este texto a mis padres, Carmen Nieves y Diosdado, y a mi familia actual, Mireya, Raúl y Víctor, sin ellos no hubiese llegado hasta aquí. Víctor, ¡a por Físicas! Y Raúl... esfuérzate en terminar la carrera, para que algún día trabajes en el Observatorio, tu sueño.*

ANTONIO GONZÁLEZ

Divulgador, guía y monitor de astronomía, fotógrafo nocturno y experto en astroturismo ([www.cielos-lapalma.com](http://www.cielos-lapalma.com))

JUAN MANUEL MARTÍN

# Un técnico en el IAC criado a la sombra de pinos, brezos y tagasastes del silvestre monte de Barlovento

Según cuenta mis queridos viejitos, fui concebido en una galería de Garafía, pero en Gallegos nació. Criado a la sombra de pinos, brezos y tagasastes del silvestre monte barloventero, pastoreando cabras que sorteaban empinadas sorribas desde la cumbre al bravo mar que embadurna el erosionado callao de lapas y burgados y otras especies de pescar, pasando por las verdes medianías vestidas de plataneras, ñame, tabaco y caña dulce, testimonio pasado del reseo presente que se funde con el azul celestial del coliseo natural de la caldera de Taburiente y que el indomable Tanausú defendió tan valientemente.

Allí arriba, en la cumbre del cantón de Tagalguén muchos años después, Francisco Sánchez descubrió que la cúspide de Benahoare guardaba un legado limpio y diáfano, apropiado para investigar el Universo; sus planetas, galaxias, estrellas, tiempo y espacio y energías también.

El engendro resultante de su ímpetu innovador y pionero como investigador es hoy la herencia presente y distinguida, llamada Instituto de Astrofísica de Canarias, ente este que, de forma particular, nos hace sentir tunantes, y mucho más a los que la Isla Bonita ha visto nacer; pero no vanidosos, a sabiendas de que sin ciencia no hay futuro, que es nuestro cometido, y cuya reciente y exitosa historia se prolongue tanto como la órbita solar alrededor de la Vía Láctea.

Y aunque no sea de Garafía, como moderno awara, orgulloso me siento del trabajo de toda la jerarquía: gestores, investigadores, ingenieros y otros empleados, cada uno con sus roles y, en especial, del equipo de Mantenimiento General de la Sede Central, al que me debo con lo hecho y lo que está por llegar pese a la falta de personal.

Aquí empecé siendo un pibe y hoy visto canas con el anhelo y ansia de un día irme ya jubilado, agradecido del entorno de todo lo aprendido y lo que me queda por disfrutar, pero también me iré curado y experimentado de los trapiés propios y ajenos que encontré en el camino, que lejos de tumbarme, me han fortalecido para que el vínculo del IAC vaya siempre, siempre conmigo, y que lo atestigüe el brillo estelar, más allá del horizonte que divide el cielo, la tierra y el mar.

Bendito sea el Cosmos que nos da el sustento de vida y el estudio del firmamento desde nuestra isla de La Palma, que sea por los lustros y los lustros que están por venir, para al final ver la teoría del bigbang morir frente al big rip cosmológico. Será entonces cuando digamos otro rip (*requiescat in pace*). Palabra de Martín, cuanto más viejo más ruin.

JUAN MANUEL MARTÍN PÉREZ

Técnico de Mantenimiento General, Sede Central IAC



Arriba, Juan Manuel Martín, con sus perros garafianos Idefe y Awara, en La Palma. © Blanca Navarro. Abajo, a la derecha, con el director fundador del IAC, Francisco Sánchez, en el centro, y su compañero del Servicio de Mantenimiento en el IAC, Cándido Álvarez. © IAC

# “El Observatorio del Roque pone a La Palma en el mapa”

CARLOS PÉREZ

Carlos es hijo de Lionel Pérez quien, durante 25 años, fue el taxista habitual de muchos astrónomos que subían al Observatorio del Roque de los Muchachos. Aunque Lionel falleció en 2011, Carlos y su hermano Leo han tomado su relevo. El servicio al Observatorio sigue siendo una prioridad para ellos.

### ¿Cómo empezó tu padre Lionel a realizar servicios de taxi para el Observatorio?

Mi padre empezó en 1982. En algún momento conoció al director de los telescopios ingleses, en aquel entonces el Royal Greenwich Observatory (RGO), actualmente el Isaac Newton Group (ING), y éste le propuso subir a astrónomos en el taxi cuando vinieran. En esa época nadie quería subir porque la carretera era de tierra. Mi padre le dijo que sí y estuvo 25 años haciendo ese servicio, hasta 2007. Un año antes empecé yo, y mi hermano Leo se incorporó cuando mi padre se retiró. Actualmente, seguimos haciendo el mismo servicio, subiendo a estudiantes, astrónomos y personal relacionado con el Observatorio.

### ¿Y cómo mantuvo tu padre la exclusividad del servicio?

A los dos años de empezar el servicio al Roque, asfaltaron la carretera. A partir de ahí fue creciendo el Observatorio, vinieron más telescopios y el volumen de trabajo fue subiendo. Ya todo el mundo estaba dispuesto a subir, pero el director del RGO dijo: “Si Lionel se comió las verdes, ahora se comerá las maduras”. Antes de que asfaltaran la carretera, mi padre ya había destrozado un coche nuevo, un Peugeot 604, que le duró dos años por las malas condiciones de la carretera. Tuvo 5 coches en 30 años. Con alguno de ellos llegó a hacer más de 1.200.000 kilómetros. El último coche que tuvo es el que conduce ahora mi hermano. El Observatorio confía en nosotros y, aunque no hay ningún tipo de contrato o papel, es algo que hizo mi padre y ahora hacemos nosotros.

### ¿Qué ventajas tiene para ustedes el servicio al Roque de los Muchachos?

Es un servicio que hacemos cada día y es una prioridad para nosotros. Aunque tenemos una tarifa más reducida, es un servicio seguro. Coger a un turista y dar la vuelta a la Isla es más rentable, pero el turismo dura 4 o 5 meses. En cambio, los servicios al Roque son 365 días al año. Mi padre podía llegar a hacer hasta 5 o 6 subidas diarias. En mi caso, no es tan regular y mi máximo es de 5 subidas y bajadas el mismo día. No vivimos exclusivamente de este servicio, pero sí es una ayuda.

### ¿Cómo es la conversación con los astrónomos durante un servicio al Observatorio?

Es una hora de subida al Observatorio y otra de bajada, así que al final se te van quedando bastantes palabras técnicas y, con los años, me he

ido interesando por el trabajo de los astrónomos. Antes pensaba que la Astronomía era solo mirar las estrellas, pero es un trabajo complejo y que abarca muchos campos; no es como se ve en las películas. Lo primero que les pregunto es de dónde vienen o de qué universidad. Si conozco a gente de esas universidades, les pregunto por ellos. Algunos se sorprenden de que conozca a sus compañeros, pero con el tiempo he ido haciendo amistad. El mundillo de la Astronomía es bastante pequeño y todos se conocen entre sí. Después les pregunto por su trabajo: en qué campo estudian, si trabajan con exoplanetas,



Carlos y Leo Pérez, que heredaron de su padre la profesión y el cariño por el ORM.

galaxias, etc. En general les gusta su trabajo y se les ve bastante ilusionados con lo que hacen. Cuando hay alguna noticia por televisión, miro a ver si conozco al astrónomo, si lo he subido o bajado.

### ¿Cómo consigues evitar los mareos?

Suele ser un problema frecuente. Para evitar que se mareen, los tengo entretenidos con la conversación. Hablando no están pensando en la carretera y el viaje se hace más ameno. Intento que estén lo más a gusto posible. Cuando la persona ya ha subido otras veces conmigo, entonces sé cómo tengo que conducir, si más rápido o más despacio. Algunos ya me lo dicen y los llevo delante para que se mareen menos. Antes de ponernos en marcha siempre les digo que, si notan algo, que me lo digan, que paramos las veces que haga falta. Mi padre tenía una cajita de biodramina en la guantera. Yo no la tengo porque hay que tomarla una hora antes y no serviría de nada.

### ¿Hay algún personaje que te haya resultado interesante llevar al Observatorio?

Recuerdo que cuando se celebró el festival Starmus bajé a Kaspersky, el de los antivirus informáticos. Lo llevé directamente al jet privado. Aunque no habló directamente conmigo, sino a través de su secretaria. También recuerdo que subí a un escritor mexicano, Carlos Chimal, que estaba haciendo un reportaje en el Roque.

LIONEL PÉREZ

## El chófer de las “estrellas” o un chófer de altura



Foto de Lionel Pérez con su taxi y recortes de prensa antiguos que hablan de él.



### Imagino que en tu trabajo es básico saber idiomas.

He aprendido inglés y me defiendo bastante hablando y también por escrito, ya que hay mucha gente que me escribe para reservar taxi. Siempre me han gustado los idiomas y he intentado aprender poco a poco. La mayoría de los servicios que doy es a extranjeros, especialmente, ingleses y holandeses, además de españoles. Mi padre también aprendió el inglés. Él no lo escribía, pero lo chapurreaba.

### ¿Crees que el Observatorio es beneficioso para La Palma?

El Observatorio es beneficioso para la Isla, y mucha gente que viene lo conoce. El Observatorio pone a la Isla en el mapa. Es algo bueno porque, aparte del trabajo que nos ha dado a nuestra familia, hay muchos palmeros y palmeras que trabajan en el Observatorio.

### Su padre fue una persona muy querida por los astrónomos y el personal del Observatorio.

Tengo una carta muy emotiva que nos envió un astrónomo mexicano, Héctor Castañeda, cuando murió mi padre en 2011. Nos la hizo llegar un astrónomo del ING. La verdad es que me emocioné. Parece que subió muchas veces con mi padre y alguna vez paró a tomarse un vino en su bodega. A mi padre le gustaba presumir del vino que hacía. Para nosotros significa mucho mantener viva la memoria de nuestro padre. Era un buen hombre.

Entrevista realizada por IVÁN JIMÉNEZ periodista de la UC3/IAC

# “La Palma tiene un nombre gracias al Observatorio”

JUAN CRISPO PERDOMO

**Natural del municipio palmero de Garafía, Juan Crispo Perdomo ha trabajado para el Observatorio del Roque de los Muchachos como aguador durante casi 40 años. Aunque esta tarea la realiza ahora su hijo, Crispo sigue dirigiendo la empresa que, además del suministro de agua, ofrece otros servicios de transporte. Desde 1979 a 1987, fue el primer alcalde del municipio de Garafía en democracia, así como el cofundador de Bodegas Perdomo que produce la marca de vino Piedra Jurada y que actualmente dirige su sobrina. Hasta 2019 y durante 16 años, ha sido el presidente del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Vinos La Palma.**

## ¿En qué consiste el trabajo de aguador para el Observatorio?

Arriba, donde está el Observatorio, no hay agua ni manantial. Así que hay que subir el agua en camiones. Esta agua es de galería, pero tratada por el servicio del Ayuntamiento de Garafía y con un permiso de Sanidad. Nuestro compromiso es tener el agua allí, no tenemos ningún límite horario. Incluso hemos salido de noche porque hacía falta agua debido a alguna avería. Recuerdo, por ejemplo, cuando, el día antes de que el Príncipe viniera a poner la primera piedra del Grantecan, tuvimos que estar subiendo toda la noche agua para humedecer la carretera del desvío al telescopio porque no estaba asfaltada y se levantaba polvadera. En 40 años de servicio, la relación comercial con el Observatorio ha sido excelente.

## ¿Cuándo empieza a suministrar el agua al Observatorio?

Desde los inicios, en el año 1979, cuando comienzan las obras de construcción del Observatorio. En ese momento, aún no trabajábamos para el IAC, sino para las empresas que estaban construyendo los telescopios. Pero mi relación con el Observatorio empezó incluso antes, cuando vinieron los primeros astrónomos para reconocer el lugar y ver si instalaban los telescopios. Eran suecos y alemanes, aunque luego los alemanes se fueron. Se quedaban en unas casetas de piedra y había que subirles la comida en mulo. Nosotros preparábamos las cosas y se las dábamos al arriero para que se las llevara arriba. Aún me acuerdo de esa época.

## ¿Cómo eran las comunicaciones y el transporte en los inicios?

En esa época era muy difícil porque no había carretera asfaltada. Existía una carretera de tierra que durante los inviernos era casi intransitable y teníamos que retirar con palas o llamar a las máquinas quitanieves. No había comunicación, teléfonos, no había nada. Hemos tenido días difíciles.

## ¿Recuerda algún momento especialmente complicado durante aquella época?

La gente que trabajaba arriba lo hacía a veces en condiciones difíciles. De hecho, una vez me encontré con unos trabajadores que estaban haciendo unos sondeos. Tenían la comida y el material para dormir cubierto con una plancha de zinc. Pero no estaba bien amarrada y por

la noche un vendaval se llevó todo lo que tenían. Cuando llegamos, estaban a la intemperie, muriéndose de frío. Estaban tan congelados que algunos ya ni hablaban. Los subí al camión y me los llevé a un campamento que teníamos con cocina y comedor. Eso fue en los años 82 u 83, cuando todavía no estaba la carretera asfaltada ni las obras estaban terminadas. Por supuesto, con esas condiciones, también había averías y se rompían los camiones, especialmente, los que subían áridos.

## ¿Cómo han cambiado las condiciones de acceso al Observatorio desde entonces?

Si comparamos el servicio que hacíamos al inicio con el de ahora, es como de la noche al día. Ahora todo es diferente. En el año 1985 se asfaltó la carretera de Santa Cruz de La Palma y al año siguiente se hizo la de Garafía, aunque la carretera ya existía. Eso mejoró mucho el transporte. También, cuando se construyó la Residencia, ya no era necesario subir todos los días, porque tenía capacidad suficiente para almacenar agua durante periodos largos. Y ha mejorado mucho el servicio, en especial, en calidad del agua e higiene, con análisis rutinarios, cubas de acero inoxidable, etc.

## Usted también ha sido alcalde de Garafía, entre 1979 y 1987.

### ¿Cómo fueron las relaciones con el Observatorio en aquel periodo?

El Observatorio se construyó estando yo como alcalde. De hecho, las primeras licencias las dimos nosotros. Lo recuerdo como un momento muy difícil. El terreno fue cedido por el alcalde anterior, pero para construir el Observatorio tuvimos que conceder las licencias. Recuerdo que en las primeras licencias no pudimos cobrar el canon porque no había ni ordenanza.

## ¿Cree que el Observatorio es beneficio para la Isla?

Yo creo que La Palma tiene un nombre gracias al Observatorio. Está muy claro: la Isla es conocida internacionalmente por su Observatorio. La ciencia y la tecnología que se hace no solo genera muchos puestos de trabajo, sino que también es bueno para el turismo; todo el mundo que viene a La Palma sube a ver el Observatorio del Roque de los Muchachos. Es uno de los sitios más visitados de La Palma. De hecho, se debería aprovechar mejor este recurso. Faltaría ya tener listo



Fotos de Juan Crispo Perdomo. Arriba, con su camión en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Abajo, suministrando agua de galería, tratada por el servicio del Ayuntamiento de Garafía y con permiso de Sanidad.



el Centro de Visitantes. Se debería haber construido, al menos, hace 15 años.

## ¿Le gustaría que el TMT se instalara en La Palma?

¡El Observatorio se está codeando con las mejores instalaciones del planeta para construir uno de los telescopios más grandes del mundo! Es muy importante que se haga el TMT aquí. En la situación que estamos ahora mismo, sería un empuje económico enorme para la isla de La Palma. Son un montón de miles de millones. Si se tiene en cuenta toda la economía que movió la construcción del Grantecan, esto es muchísimo más grande. Puestos de trabajo, mejoras en las vías de comunicación, desarrollo de la construcción, servicios de mantenimiento... y, sobre todo, el nombre que le daría a La Palma tener el telescopio más importante del mundo.

Entrevista realizada por IVÁN JIMÉNEZ periodista de la UC3/IAC



# “Trabajar en el Observatorio del Roque de los Muchachos fue un gran regalo de la vida”

NIEVES GONZÁLEZ

Nacida en Santa Cruz de La Palma, Nieves González González fue contratada siendo muy joven como administrativa en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Posteriormente, en 1987, se trasladó a Tenerife, como bibliotecaria en la sede central del Instituto de Astrofísica Canarias en La Laguna. Tras aprobar las Oposiciones al cuerpo de profesorado de secundaria y bachillerato, ha ejercido como profesora de Inglés hasta su reciente jubilación, pero nunca ha olvidado la emoción de sus comienzos laborales en la cumbre plamera y que siempre trasladó a su alumnado.

Trabajar en el Observatorio del Roque de los Muchachos fue un gran regalo de la vida. Siempre así lo he sentido.

Por aquel septiembre de 1985 yo era una joven palmera de apenas 22 años que acababa de terminar los estudios de Filología Inglesa y que tenía las miras puestas en la enseñanza, pero una solicitud de empleo y el destino me tenían preparado una sorpresa y el 7 de septiembre, tras haber pasado una entrevista, me encuentro en el aeropuerto de La Palma (yo vivía en Tenerife), donde me esperaba el que sería mi jefe, **Antonio**, para llevarme al Roque de Los Muchachos. Se me abrió un mundo del que quedé prendada al minuto uno de llegar a aquel inigualable enclave natural y astronómico. Me presentó a mucha gente de distintas nacionalidades, mis futuros compañeros, y se marchó porque viajaba a Tenerife a una reunión de trabajo, estaría varios días ausente. Allí pernocté por primera vez... Todo era nuevo para mí, a la vez, me parecía apasionante. No puedo negar que el entusiasmo me vestía. Miedo, a nada. Ilusión, muchísima. Esa misma noche me senté en la que sería mi oficina, no quería acostarme sin palpar, sin acercarme, aunque solo fuese de puntillas, a los asuntos con los que tendría que lidiar. Peter van der Velder llegó de su turno de trabajo en el telescopio, vio la oficina con luz, se acercó, se presentó y me ofreció ayuda. Me hizo sentir que no estaba sola a aquellos 2.400 y pico metros de altura, sentí compañerismo y esa fue la tónica durante toda mi andadura en el Roque. En el Roque, por aquellos años, éramos una familia. Nos reuníamos después del trabajo, se celebraban comidas, fiestas a las que también acudían las familias.



Nieves González en el ORM.

ingleses, holandeses, suecos, irlandeses... que me enseñaron algo clave, la sencillez de la inteligencia. Esto lo trasladé al aula durante todos mis años de docencia.

Yo era la benjamina, apenas tenía 22 años. No había salido de Canarias y me vi rodeada de científicos despistados, desaliñados y sencillos que me contaban muchas cosas. Me enseñaron cómo se ven las estrellas y cómo se estudian, y que siempre hay un más allá, un mundo desconocido que debemos descubrir. La curiosidad y la inquietud nos unían: ellos en su afán de contarnos qué hay por ahí afuera y yo, con mi afán de ver mundo. De hecho, tanto tiempo me pasaba de tertulia con ellos que decidí dejar de estudiar las oposiciones y disfrutar de las veladas de charla, de las noches en los telescopios escuchando e intentando aprender de todos, de los espectaculares amaneceres, de la paz que te brinda el silencio de la montaña. Pernoctaba unas dos noches por semana.

Entre los cientos de anécdotas, un día me vi pala en mano sacando nieve para poder acceder a la Residencia ayudada con nada más y nada menos que el jefe del RGO (**Keith Tritton**). Los trabajadores venían a comer y tenían que entrar al edificio. Con él aprendí el valor del verdadero liderazgo. Nunca olvidaré aquel viejo Land Rover que nos trasladaba al Roque y que mis compañeros del IAC, **Joaquín** y **Máximo**, día tras día conducían con fantástica habilidad, y ¡cómo cogía aquellas 40 y tantas curvas! ¡Toda una reliquia!

Me encantaba mi trabajo, admiraba aquellas estrellas, aunque no me hacían olvidar que las que yo quería conocer no eran las estrellas del cielo, sino otras, mis futuros alumnos. Así que, un año después, seguía trabajando y estudiando las oposiciones a la vez. Y las aprobé. Me despedí del Roque y del IAC, pero conmigo han seguido siempre las personas a las que conocí (con muchas de ellas perdura el contacto), las vivencias personales y laborales que allí viví. Y, cómo no, mi interés por la astronomía.

¡Eternamente agradecida por este regalo de la vida! (a aquella entrevista con **Campbell**)

NIEVES GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
Administrativa del ORM del 1985-1987



Fotos de Nieves González durante su etapa en el ORM, con los telescopios y con algunos compañeros.

# “El Observatorio es una de las mejores cosas que le ha pasado a La Palma”

LEO PÉREZ MACHÍN

**Natural del municipio palmero de Puntagorda, Leo Pérez Machín ha trabajado como recepcionista en la Residencia del Observatorio del Roque de los Muchachos durante 25 años, en un “pequeño paraíso”, según sus palabras.**

## ¿Qué ha significado para ti trabajar en el Observatorio?

Para mí significó muchísimo, especialmente, por el buen ambiente y lo fácil que es trabajar con los astrónomos. La verdad es que es una comunidad maravillosa en el sentido de que son gente poco pretenciosa que se dedica a su trabajo, que es la ciencia. Me gustó muchísimo.

## ¿Cómo llegaste a trabajar en la recepción de la Residencia del ORM?

Antes de trabajar en la Residencia del Observatorio, estuve cuatro años en Inglaterra y un año en EEUU. Luego me fui a Suecia, donde estudié informática y trabajé en una caja de ahorros. Allí es donde formé mi familia y donde aún viven mis hijos. Llegué a La Palma tras una separación matrimonial y porque mi madre enfermó. Tenía aún la espinita clavada de no haber estado cuando mi padre murió. Yo estaba terminando los exámenes de informática en Suecia y él falleció antes de que pudiera ir. Así que, cuando mi madre cayó enferma, decidí venir a La Palma. Empecé en el Observatorio en 1992 trabajando de camarero con una empresa y luego pasé a recepcionista. Aunque el inglés lo manejo bastante bien, me ayudó mucho el hecho de que en ese momento la comunidad científica nórdica era muy importante en el Observatorio y, al hablar sueco, entiendo bastante bien el danés y el noruego, que son similares.

## ¿Qué echas de menos del trabajo en el Observatorio?

Echo de menos el trato de la gente. Es una comunidad muy abierta a la que le gusta compartir sus conocimientos y sus últimas novedades. Echo en falta estar al día de las cosas que ocurren allí, de los nuevos pasos que se dan en la ciencia de la astronomía. Me gusta mantenerme un pelín informado. Y también echo de menos la novelería de cuando venía alguna personalidad, como un premio nobel. Recuerdo especialmente cuando, durante el Festival Starmus, vinieron los astronautas que estuvieron en la Luna y también el músico Brian May. Ese evento

me gustó muchísimo. Yo los atendí en la Residencia y era gente muy natural.

## ¿Cuál era la parte más difícil de tu trabajo?

La época de invierno era la época más preocupante, cuando se cerraban las carreteras y te quedabas pendiente de si la gente llegaba al Observatorio o conseguía bajar. Era un momento de preocupación porque no son gente anónima, son gente que veías con frecuencia y lo sientes como una familia. Por lo demás, trabajar en el Observatorio era como estar en un pequeño paraíso; yo he disfrutado mucho trabajando allí.

## ¿Crees que el ORM es beneficioso para la Isla?

Es beneficioso, no me cabe la menor duda. Lo digo de corazón. Cuando por las mañanas estabas en la Recepción y veías pasar toda esa cantidad de gente que trabaja allí, técnicos, informáticos, etc., gente que, si no estuvieran allí, se habría visto obligada a irse a otra isla o lugar, y que, en cambio, ha podido elegir hacer su profesión aquí en la isla de La Palma, no me cabe duda de que el Observatorio es una de las mejores cosas que le ha pasado a La Palma. Cada telescopio nuevo favorece a toda esa generación que se esfuerza en estudiar y que tiene la oportunidad de ejercer el oficio que más le gusta. No veo nada negativo.

## ¿Y qué opinas del proyecto del TMT?

Eso sería fantástico. Imagínate para todos esos estudiantes que terminan los estudios y quieren aplicar sus conocimientos, trabajar en lo que les gusta y, además, en un proyecto complejo y con un nivel de ciencia tan alto, sería fantástico. Sin duda, me gustaría que viniera a La Palma.

## Ahora que ya estás jubilado, ¿a qué dedicas tu tiempo?

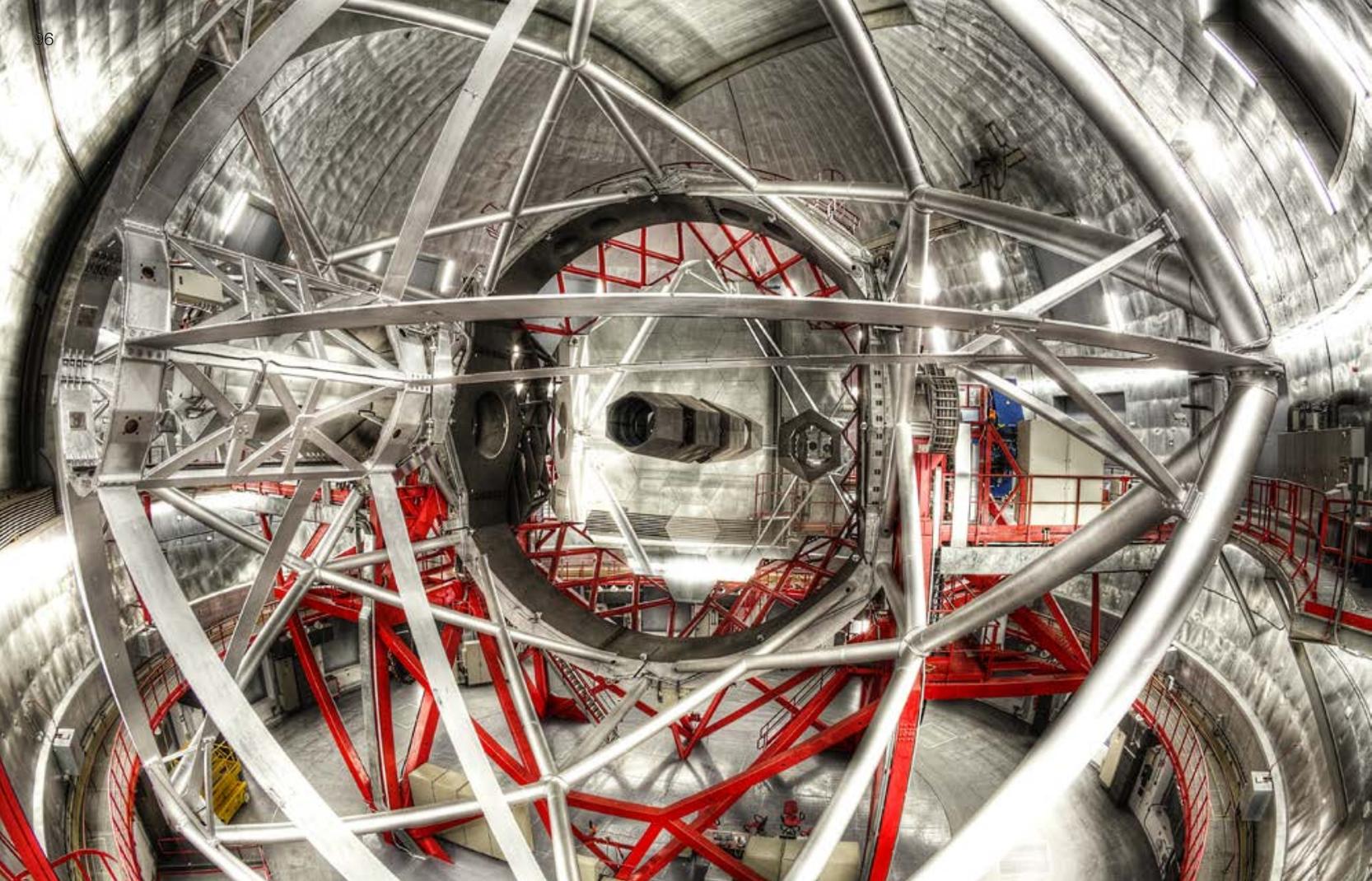
Me jubilé en mayo de 2017. Me propusieron seguir hasta los 70 años y creo que lo hubiera hecho encantado, pero después pensé que necesitaba tiempo para hacer cosas en casa, visitar a los hijos en Suecia y estar a mi aire. Tengo una casa de turismo rural y me ha dado por hacer pequeñas mejoras: estoy reparando un antiguo aljibe, cuido del jardín y he puesto unas cristalerías en la azotea donde quiero poner un pequeño telescopio. Es maravilloso mirar por un telescopio, aunque sea



pequeño, y ver todos esos colores, sobre todo, cuando el cielo está clarito y despejado. No me he aficionado a la Astronomía, pero sí le pongo atención. Aunque cuando me hablan de las proporciones de tiempo y dicen, por ejemplo, que algo está a 40 años luz, comprendo la magnitud, pero me pierdo.

Entrevista realizada por IVÁN JIMÉNEZ periodista de la UC3/IAC

Fotos de Leo Pérez Machín:  
A la izquierda, en su jardín. Arriba, en la entrada de la Residencia con miembros de la Comisión Europea durante su visita al ORM.  
Abajo, con el astronauta Pedro Duque durante su visita al ORM y junto a otros compañeros del Observatorio.



Gran Telescopio Canarias (GTC), dentro de su cúpula, en 2009. © Pablo Bonet/IAC

# GTC, el mayor telescopio óptico e infrarrojo del mundo



Diseñado con las últimas innovaciones tecnológicas, el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) es un telescopio reflector con un espejo primario segmentado de 10,4 m de diámetro, instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en el municipio palmero de Garafía. Actualmente, es el mayor telescopio óptico e infrarrojo del mundo y uno de los más avanzados que, desde su inauguración en 2009 -Año Internacional de la Astronomía-, está contribuyendo en gran medida a aumentar nuestro conocimiento sobre el Universo.

En 1989, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), bajo la dirección de **Francisco Sánchez**, presentó la primera propuesta de construir un gran telescopio en Canarias, de espejo monolítico. En 1995 se actualizó y se sometió a la crítica por parte de los expertos en grandes telescopios. La propuesta final de un espejo segmentado de 10 m se completó en mayo de 1997 y entonces se llamó Gran Telescopio CANARIAS (GTC). También conocido como Grantecan, el GTC o Gran Telescopio Canarias, supuso un paso más en la andadura del IAC en su afán por hacer ciencia competitiva e impulsar el desarrollo tecnológico e industrial. Con objeto de ganar eficacia en la gestión y realización del proyecto, la construcción del GTC se encomendó a la empresa pública "Gran Telescopio de CANARIAS, S.A." (GRANTECAN), creada específicamente en 1994 para este fin bajo la dirección del astrofísico del IAC **Pedro Álvarez**, quien estuvo al frente de este telescopio hasta su jubilación en 2016. En esta empresa participan como socios la Comunidad Autónoma de Canarias y la Administración General del Estado. Durante las siguientes dos décadas, se hicieron grandes esfuerzos para financiar, desarrollar y construir este telescopio óptico e infrarrojo, el mayor del mundo en estas longitudes de onda. La primera piedra del GTC se colocó en el año 2000, su primera luz tuvo lugar en 2007 y las observaciones científicas comenzaron en 2009, fecha de su inauguración. Desde entonces, su productividad científica ha aumentado significativamente y, gracias a su versátil conjunto de instrumentos y a su modelo de observación altamente flexible, la ciencia realizada con el GTC cubre una amplia variedad de campos de investigación. "Se ha hecho un gran esfuerzo para que el GTC fuera una máquina muy eficiente para la comunidad científica", subraya su actual director, **Romano Corradi**.

## DIRECCIÓN CIENTÍFICA

GTC es un telescopio internacional, con participación de México y la Universidad de Florida. El acuerdo fue potenciado por el investigador del IAC **José Miguel Rodríguez Espinosa**, quien fue el director científico del telescopio durante muchos años. Este astrofísico puso en funcionamiento y presidió el SAC (*Scientific Advisory Committee*), que fue central para la definición final del proyecto: el GTC pasaría a ser el tercer telescopio segmentado. Los primeros fueron los dos telescopios Keck de Hawái.

## UN ESPEJO SEGMENTADO

El espejo primario del GTC, que aplica la tecnología de espejos delgados con el fin de reducir su peso, está compuesto por 36 piezas hexagonales que, unidas, tienen una superficie colectora de 75,7 m<sup>2</sup>, tamaño equivalente al de un espejo circular monolítico de 10,4 m de diámetro. Aparte del espejo primario, se utilizan un espejo secundario y un tercer espejo para enviar la luz a los focos donde se ubican los instrumentos científicos.

## ÓPTICA ACTIVA Y ÓPTICA ADAPTATIVA

Junto con la gran superficie colectora, es muy importante la calidad de imagen, por lo que el GTC utiliza dos técnicas para optimizarla: la óptica activa y la óptica adaptativa. Con la primera se alinean, deforman y mueven los espejos (segmentos del primario y espejo secundario) para mantener de un modo preciso la posición y forma de los espejos, independientemente de las condiciones externas (meteorología, temperatura, gravedad, defectos de fabricación, etc.), de manera que no influyan sobre la imagen. La óptica adaptativa, desarrollada para los principales telescopios del mundo, consiste en utilizar espejos deformables para compensar las aberraciones que sufre la luz a su paso por la atmósfera.

## MONTURA Y CÚPULA

La montura del telescopio es altacimutal: los movimientos se realizan según dos ejes, el horizontal y el vertical, y su estructura mecánica está diseñada para que la observación se realice libre de vibraciones que podrían restar nitidez a las imágenes. A todo esto, hay que sumar una cúpula, que protege al telescopio y está preparada para evitar al máximo la existencia de turbulencias externas e internas que puedan degradar la imagen.

## OBSERVACIÓN POR COLAS

El GTC logra un óptimo aprovechamiento del tiempo de observación mediante el sistema de observación por colas (proceso por el cual se decide automáticamente qué instrumentación y qué tipo de observación conviene hacer conforme a las condiciones atmosféricas de cada momento). También, utiliza un avanzado sistema de control y dispone de una alta fiabilidad de funcionamiento gracias a un programa de mantenimiento preventivo.

## FINANCIACIÓN DEL GTC

El Gran Telescopio Canarias está financiado por la Comunidad Autónoma de Canarias y por el Estado Español (cofinanciado con Fondos Europeos de Desarrollo Regional, FEDER), con la participación internacional de instituciones de México (IA-UNAM, Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México; INAOE, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, ambos cofinanciados por el CONACYT, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México) y de Estados Unidos (Fundación para la Investigación de la Universidad de Florida). El GTC forma parte de la red de Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares (ICTS) de España.



El Gran Telescopio Canarias (GTC), con la Vía Láctea al fondo. © Antonio Marante (Operador del GTC)

# “El GRANTECAN es un ‘éxito de país’, un producto canario y una infraestructura palmera singular”

PEDRO ÁLVAREZ

El Gran Telescopio CANARIAS (GRANTECAN o GTC), una iniciativa del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), ha de considerarse un “éxito de país”. Es lo que se pretendió desde un principio y se logró: fue el primer proyecto de gran ciencia que lideraba nuestro país, sorprendiendo con su éxito en muchos foros internacionales de política científica; situó al Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en Garafía (La Palma), en primera división, en un momento en el que parecía que iba a quedar rezagado frente otros observatorios, y ha facilitado que nuevas inversiones, como el CTA o el TMT, se hayan planteado instalarse en La Palma; movilizó a buena parte de la industria nacional y europea, lo que supuso construir, por primera vez en Europa, un telescopio de su tipo; y atrajo la participación científica y financiera de otros países e instituciones, como México, USA (Universidad de Florida) y China (actualmente en negociación).

El GRANTECAN es, también, un producto canario. Este se ha gestionado, en su totalidad (concebido, promocionado, diseñado, dirigido, parcialmente fabricado, mantenido y explotado), desde Canarias, captando fondos europeos, de las administraciones central y autonómica, y de los partícipes internacionales.

El GRANTECAN es, particularmente, una infraestructura palmera singular. En primer lugar, porque está instalado en las cumbres de La Palma, de probada excelencia astronómica. Y en segundo lugar, porque es en La Palma, en el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), en Breña Baja, y en el Observatorio (ORM), en Garafía, donde se desarrolla la principal actividad de mantenimiento, explotación y desarrollo del telescopio; en gran medida, por parte de palmeros jóvenes, de alta cualificación en muchos campos de la ciencia y la tecnología; unos recursos humanos próximos y bien formados, muchos retornados a su tierra natal al encontrar en el GRANTECAN un puesto de trabajo de alto nivel profesional y salarial. Esta actividad en la Isla movilizó a muchas empresas locales de todo tipo: industria, hospedaje y restauración, transportes, suministros, etc. Algunos de estos palmeros, unos nativos y otros hijos de nativos, y empresas locales, han jugado papeles relevantes en el desarrollo del GRANTECAN. Quiero mencionar aquí a los que mi memoria ahora recuerda:

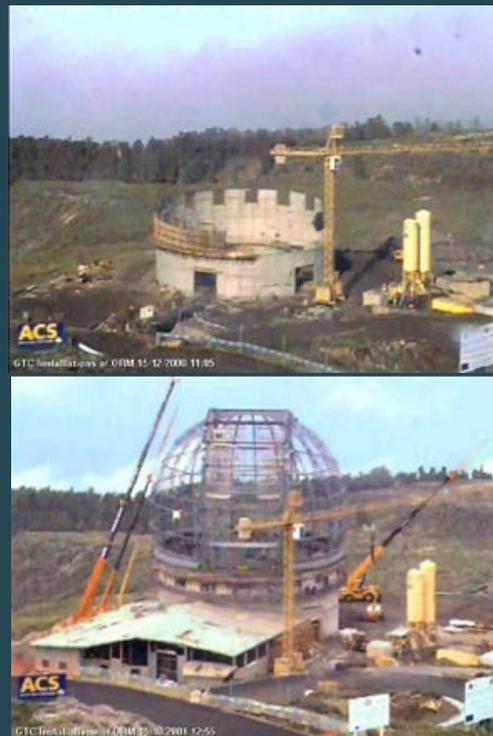
Tras la creación de la empresa pública GRANTECAN S.A. por parte del Gobierno de Canarias en el año 1994, configuramos en su seno un equipo de profesionales (científicos, ingenieros y personal de apoyo administrativo) destinado a estudiar la viabilidad de la construcción del Gran Telescopio CANARIAS y lograr su aprobación; diseñarlo hasta lograr un proyecto constructivo integral, viable y ajustado al presupuesto establecido; especificar en detalle, licitar competitivamente y contratar la fabricación de todas y cada una de sus partes, incluida la instrumentación científica; supervisar y dirigir la construcción e integración de todas ellas en el ORM;



realizar los ajustes, calibraciones y pruebas necesarias para alcanzar las prestaciones inicialmente establecidas y poner en marcha el telescopio para su uso científico en marzo de 2009. Un equipo de profesionales de muy alta cualificación que llegó a contar con algo más de 60 personas, todas ellas empeñadas en un objetivo común: construir el mayor y mejor telescopio del mundo, contando con un presupuesto más ajustado del que dispusieron otros telescopios similares contemporáneos.

Desde el primer momento de GRANTECAN S.A. en 1994 y hasta su jubilación, bien entrada la fase de operación científica del GRANTECAN, en 2018, llevó las riendas administrativas, contables y de RRSS de la empresa en el papel de Gerente, **Ramón Ascanio López de Ayala, de San Cristóbal de La Laguna**. Hombre recto, de permanente buen talante y gran amigo; conocedor de todas las facetas de la gestión adecuada de una empresa. Le debemos a él una hoja impoluta de gestión empresarial ante las administraciones que nos financiaban y ante las muchísimas auditorías a las que estuvo sometida la empresa, especialmente durante la época de la construcción del telescopio, probablemente inducidas muchas de ellas por la incredulidad de los administradores de diferentes colores políticos que se fueron turnando durante esos primeros años. Algunos piropos en esos informes de auditoría también se los debemos al trabajo ejemplar de Ramón.

Desde 1996, y hasta la puesta en marcha del telescopio en 2009, formó parte sustancial del equipo, como Project Scientist (científico jefe, en



nuestro caso) del proyecto, el doctor en astrofísica e investigador del IAC, **José Miguel Rodríguez Espinosa, de Santa Fé, Granada**. José Miguel fue el punto de contacto del proyecto con la comunidad científica a la que se debía (España, México y USA), definiendo los requisitos científicos del telescopio final; fue quien organizó los congresos que, cada dos años, realizamos para animar a la comunidad científica a planificar, con tiempo, sus actividades para usar el GRANTECAN, una vez completado, y para seguir los avances en su construcción y la de sus instrumentos por la propia comunidad científica; fue quien veló en todo momento por que cada paso de decisión que se tomara en el seno del proyecto fuese compatible con los requisitos científicos y, bajo su presidencia, contó con el apoyo y consejo del *Scientific Advisory Committee* (SAC). Formaba parte de este comité, y de otros comités de seguimiento del proyecto, **Jerry Nelson**, el que fuese impulsor internacionalmente reconocido de los telescopios segmentados por su papel como *Project Scientist* de los dos telescopios Keck de 10 m, precursores del GRANTECAN. Fue Jerry quien, en 1995, nos convenció de que la solución de un espejo segmentado era más adecuada para el GRANTECAN. Una idea que ya en 1994, **Guido Münch, de origen mexicano**, investigador de la Universidad de California y, tras su jubilación, investigador del IAC, señaló al Director del IAC como el camino más lúcido para quien quería construir un gran telescopio como el GRANTECAN.

En 1999, al iniciarse la ejecución del proyecto constructivo, se incorporó al equipo como *Project Manager* (ingeniero jefe, en nuestro caso) del proyecto el ingeniero industrial, con amplia experiencia internacional, **Félix José Rodríguez Kabana, de Tazacorte**. Félix para todos nosotros, desarrolló un gran trabajo de coordinación de toda la ingeniería de diseño del proyecto y las empresas contratadas para la fabricación de las diferentes partes del

telescopio. Félix permaneció con nosotros hasta la finalización de la construcción, a mediados de 2006.

A partir de 2002, empezamos a formar el equipo de personas que, con sede en La Palma, participaría en la finalización y puesta en marcha de las instalaciones en construcción y toma de control de todas ellas. Un gran número de las personas que formaban este primer equipo eran profesionales muy bien formados en la empresa *Japan Tobbaco International* (JTI), que cerró su actividad en El Paso en 2001, y todas ellas palmeras. Actualmente, este equipo lo forman unas 60 personas, de las cuales la mayoría son palmeras, profesionales de alta cualificación.

En la actualidad, los mandos intermedios en GRANTECAN S.A., debajo del nivel de dirección, están ocupados, mayoritariamente, por palmeros: **Javier Castro López-Tarruella, de Gran Canaria**, es el jefe de Ingeniería de Desarrollo; **Luis Alberto Rodríguez García, de El Paso**, es el jefe de Ingeniería de Operación; **William Hernández Sánchez, de Breña Alta**, es el jefe de Mantenimiento; **Antonio Cabrera Lavers, de Garafía**, es el jefe de Operaciones Científicas; y **Lourdes González Rodríguez, de Mazo**, es la apoderada y jefa de Administración.

Muchas empresas palmeras han contribuido de forma significativa al GRANTECAN. Un ejemplo es la empresa **AYUMAR, de Breña Alta**, que participó en la instalación de los elementos eléctricos auxiliares del GRANTECAN y del sistema electrónico de control del telescopio; gran parte de su personal aún recuerda con orgullo aquellos trabajos. Otro ejemplo es la empresa **Nova Informática La Palma S. L., de Santa Cruz de La Palma**, que instaló y certificó la totalidad de la fibra óptica que

inunda el interior del telescopio y las instalaciones asociadas. Un gran trabajo hecho con profesionalidad.

En abril/mayo de 2003, a pocos meses de iniciar el montaje de la estructura mecánica del telescopio en el interior de la cúpula, detectamos que la fabricación y posterior montaje del anillo de azimuth por parte del fabricante había sido defectuosa. Este inconveniente, no previsto, suponía un grave bloqueo en el desarrollo del proyecto. Rodaron cabezas y hubo dimisiones. Pero **Lluís Cavalier Márquez**, el nuevo responsable de ingeniería mecánica del telescopio, ideó una solución *in situ*. Entre otras cosas, suponía montar un gigantesco torno de 17 m de diámetro para reparar el defectuoso anillo de azimuth a niveles de centésimas de milímetro, ¡pero necesitábamos un torno de precisión! Y lo encontramos en La Palma: **José Alberto González Carmona, de Los Llanos de Aridane**, que merece una mención especial. Alberto, de la empresa **Precisión Aridane**, resolvió el problema bajo la dirección de Lluís. La solución completa requirió de unos seis meses, un retraso no previsto, pero supuso salir del atolladero y poder continuar con los trabajos de montaje. Alberto se incorporó al equipo de montaje durante los siguientes dos años. Una garantía de éxito.

#### EL ORGULLO DE DIRIGIR GRANTECAN

En mi caso, muy de la mano del **director fundador del IAC, el Profesor Francisco Sánchez Martínez**, tuve la oportunidad y el orgullo de dirigir el GRANTECAN, desde las fases más tempranas de este gran proyecto, allá por 1989, siendo coordinador de Instrumentación del IAC, hasta ya bien entrada la fase de explotación científica del nuevo telescopio, al jubilarme a mediados de 2016, siendo, desde 1994, director de la empresa pública Gran Telescopio de CANARIAS (GRANTECAN, S.A.), empresa creada ese mismo año por el Gobierno de Canarias. En todo momento conté con la confianza, apoyo, visión, impulso y amistad de Paco. Siempre estuvo disponible cuando lo necesité. Y, seguramente, siempre estuve bajo su atención. Era mucho lo que se jugaba el IAC en aquella aventura.

Aunque nací en Santa Cruz de Tenerife, como hijo de palmero me siento muy atraído por la isla bonita. Pasé largos períodos de mi infancia en el sitio paterno, en Las Ledas de Breña Alta, en los alrededores del caserío de San Isidro, en casa de **Ramón "Rebate"**, mi abuelo. Durante la construcción del GRANTECAN, tuve la oportunidad de trabajar y vivir en La Palma. Ahora, tras mi jubilación, me dedico a la reconstrucción de ese sitio paterno y de los



Participantes en el IV Congreso de Ciencia con el GTC, celebrado en La Palma, en 2011.

canteros de su finca; al cultivo de hortalizas, cereales y frutales, mientras trato de devolver a mi familia el mucho tiempo robado a lo largo de la construcción del GRANTECAN.

Siempre que pude, me interesé por impulsar la formación de personal joven aprovechando las infraestructuras y conocimientos tecnológicos relacionados con la Astrofísica, disponibles en La Palma. Como director del GRANTECAN, encontré la oportunidad de concebir con el Cabildo de La Palma un plan de formación de jóvenes, tras sus estudios reglados, en el GRANTECAN que les dotase de conocimientos especializados y experiencia laboral, facilitando su posterior inserción laboral. Cambios de color político en el Cabildo y mi posterior jubilación me impidieron poner en práctica ese plan. Con gran satisfacción he comprobado que mi sucesor en la dirección del GRANTECAN, **Romano L. Corradi**, ha logrado reactivar, actualizar y llevar a la práctica ese plan con gran éxito.

Como miembro del Patronato de la Fundación STARLIGHT y secretario del mismo, he podido colaborar con el Cabildo de La Palma en idear y poner en práctica programas para proteger los cielos de la Isla. También, animar y apoyar a los emprendedores locales de Astroturismo que van creando productos turísticos de éxito. En esta línea, desde el IAC, junto con **Juan Carlos Pérez Arencibia**, cambiando el modelo de organización de las visitas a los telescopios del ORM, prescindiendo de la contratación de estos servicios a una empresa individual que, por los requerimientos de contratación pública, pocas posibilidades daba a hacerlo con empresas palmeras, y hemos optado por un modelo abierto a los pequeños emprendedores de la Isla que disponen así de una actividad asegurada, tan solo limitada por sus propias capacidades y la competencia entre ellos. Un modelo que ha dado muy buenos resultados, tanto para garantizar la apertura al público de visitas a los telescopios, como para el desarrollo de emprendedores locales.

Llevo con orgullo haber logrado impulsar, con la inestimable colaboración de **Javier Méndez Álvarez**, del grupo de telescopios ING, el programa que denominamos "Nuestros alumnos y el ORM". Este programa, soportado por todas las instituciones científicas en el ORM que aportan el personal necesario, consiste en suministrar, a todos los alumnos de cuarto curso de la ESO, en todos los centros educativos de La Palma, todos los años, conocimiento de la actividad de los telescopios del ORM, con charlas previas y visita a los mismos, animándoles a interesarse por la ciencia y la tecnología. Durante un tiempo, este programa se llevó a cabo con la colaboración adicional del Cabildo y la empresa de transportes TILP que cubrían conjuntamente los costos del transporte al Observatorio. Y se vienen realizando desde hace ya más de diez años, solo interrumpidos por la pandemia, con gran satisfacción por parte de todos los participantes. Yo estimo en más de 7.000, y creciendo, los alumnos que se han beneficiado, hasta la fecha, a lo largo de los años transcurridos.

Ya apartado de todas estas responsabilidades, solo me queda disfrutar de los muchos logros que se van alcanzando por quienes, con la juventud que se requiere, las asumen ahora. Pero siempre estaré disponible donde pueda ayudar, en especial en La Palma, donde todavía queda mucho por hacer para saber aprovechar las muchas oportunidades que brinda la existencia del Observatorio en sus cumbres.

PEDRO ÁLVAREZ  
Primer director del GTC



El Gran Telescopio Canarias (GTC). © Daniel López/IAC

# “La nueva instrumentación que se desarrollará de aquí a 2030 mantendrá la competitividad de Grantecan durante años”

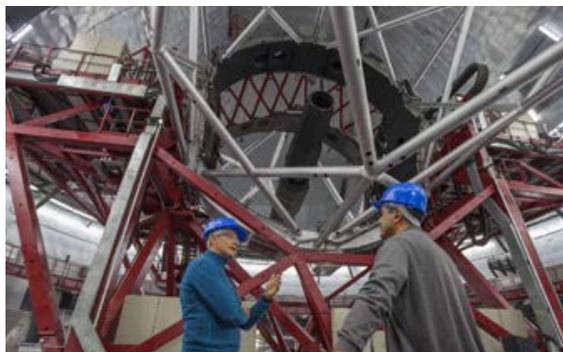
ROMANO CORRADI

Todavía ocurre de vez en cuando que alguien de GRANTECAN diga “...cuando estaba Pedro, esto se hacía ...”. No es fácil sustituir a un director (Pedro Álvarez) que ha estado en GRANTECAN desde los inicios del proyecto y durante más de 20 años. Porque una cosa que he aprendido en estos años de gestión en GRANTECAN es la fuerte resistencia al cambio que tiene la mayoría de las personas. Y quizás me haya costado más entenderlo, ya que personalmente tengo más bien un rechazo innato a lo estático y rutinario, una inquietud para buscar continuamente nuevos retos que he intentado transmitir en GRANTECAN desde que empecé en 2016.

En esa época, me encontré con un telescopio productivo y competitivo en cuanto a horas de observaciones ejecutadas para los programas científicos y en la calidad de los datos entregados. Pero con muchas cosas que mejorar, completar, y en algunos casos redefinir desde sus bases. Entre ellas, un programa de desarrollo de instrumentación científica muy (demasiado, a mi ver) ambicioso que preveía instalar en las estaciones focales del GTC los siguientes nuevos instrumentos de uso común: EMIR (instalado en 2016), MEGARA (2017), MIRADAS (2022) GTCAO (2023) y FRIDA (se espera en 2024). A los cuales se añadieron instrumentos visitantes exitosos, como HIPERCAM (2018) y HORuS (2019).

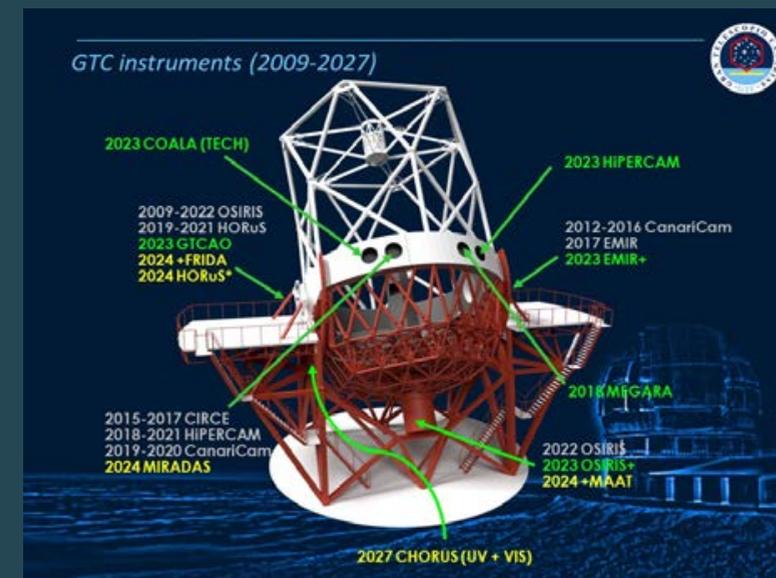
Completar este plan instrumental ya financiado (que significa no tener opción de cambios, cancelaciones o reajustes temporales) ha sido, sin duda, el foco principal de los desarrollos de GRANTECAN en estos años, considerando que la instalación de un instrumento requiere también la puesta en marcha de la estación focal correspondiente (rotadores y servicios) y la adecuación de la operación del telescopio. Un camino obligado que ha requerido de la mayoría de los recursos, ralentizando otras acciones muy necesarias de reestructuración de procesos empresariales para el buen funcionamiento de una empresa de este tipo.

Si embargo, considero que el camino ha sido exitoso, se han llevado a cabo los desarrollos previstos (a pesar de una pandemia y un volcán), y al mismo tiempo se ha mantenido la eficiencia de la operación nocturna. Todo esto, sin duda alguna, gracias a un capital humano extraordinario, que actualmente consta de más de 80 personas, la mayoría de origen palmera y de otras islas del Archipiélago. He encontrado mucho talento en las personas de GRANTECAN, y quizás mi tarea más importante, y al mismo tiempo gratificante, sea favorecer que este talento se desarrolle plenamente, sin poner límites sino facilitando y promoviendo el desarrollo de nuevas ideas, proyectos, y metodologías. Esta creatividad, junto con la variedad de disciplinas que se abarcan (en cada una de ellas en la frontera del conocimiento), creo que es el aspecto más destacado y atractivo de trabajar en GRANTECAN.



Arriba, el astrofísico Romano Corradi, actual director del GTC, junto al telescopio. © R. Corradi

Abajo, con el dramaturgo Antonio Tabares, mostrándole el GTC. © Antonio González



Esquema del GTC con su instrumentación actual y futura.



El equipo vinculado con EMIR celebrando la primera luz del instrumento. © Pablo López, IAC

Creo que las decisiones que se están tomando para la nueva instrumentación que se desarrollará de aquí a 2030 conseguirán mantener la competitividad de GRANTECAN durante años. Gracias a un espectrógrafo de alta resolución ultraestable para la búsqueda de exo-tierras y medidas precisas de abundancias estelares. Gracias a una óptica activa mejorada que permita explotar el límite de difracción (todavía insuperable) del GTC. Y gracias a nueva instrumentación que permita observaciones simultáneas en el visible y el infrarrojo, para un campo de investigación, la astronomía de fenómenos transitorios, en gran desarrollo.

Finalmente, en estos años he aprendido también el potencial y la responsabilidad social que tiene una instalación con mucha visibilidad pública como GRANTECAN. Por esto, intentamos participar en todas las actividades de las Islas y, sobre todo, en La Palma, donde creemos poder construir positivamente, como la educación en las escuelas, la capacitación de los jóvenes en disciplinas tecnológicas, la transformación digital o la sostenibilidad, un problema crítico y trascendental tema en el cual no podemos eludir nuestra responsabilidad de actuar y predicar con el buen ejemplo, sin hipocresía.

ROMANO CORRADI  
Director del GTC



Nebulosa Sharpless 2-106. Imagen obtenida con OSIRIS en el GTC y procesada por Equipo GTC/Daniel López/IAC.

# “El transporte de la cúpula del GTC por la carretera LP4, que va desde Mirca hasta el ORM, fue un reto logístico”

GERMÁN PESCADOR



Germán Pescador.

**Germán Pescador Rodríguez**, ingeniero industrial nacido en Bogotá, Colombia, empezó su andadura con el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y su relación con la isla de La Palma a los pocos meses de llegar a las Islas, concretamente en abril de 1991, llevando a cabo estudios previos del que sería más tarde el Gran Telescopio Canarias (GTC). Por ello sabe cuántas curvas tiene exactamente la carretera que sube al Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM).

Este ingeniero, hoy gerente operacional del IAC, hizo los primeros bosquejos del edificio del GTC de la mano de **Brian Mack**, responsable de Ingeniería y talleres del Royal Greenwich Observatory, en Cambridge, conocido en La Palma por haber sido protagonista en la construcción

del telescopio William Herschel (WHT) y líder de los estudios preliminares para el nuevo telescopio gigante previsto en el ORM. Pasados cuatro años, cuando finalizó esta colaboración entre España y Reino Unido para la ejecución del telescopio, Germán Pescador se convirtió en parte del primer equipo español de 6 personas dirigidos por el investigador **Pedro Álvarez Martín**, quien dirigió el desarrollo del proyecto final del GTC.

Cuando hubo la confianza y se logró la financiación necesaria, Germán Pescador lideró el equipo de construcción del edificio, de la cúpula de la cámara del telescopio y de todas las instalaciones auxiliares necesarias para la operación del GTC. “Primero -explica-, estudiando el sitio idóneo desde el punto de vista geológico, geotécnico y logístico para la ubicación del GTC, dentro del ORM, en la cumbre de la isla bonita. En paralelo, llevando a cabo estudios de simulación de vientos y simulaciones térmicas para analizar la posible influencia de la orografía, de la capa superficial turbulenta y de otros telescopios en las turbulencias que podrían afectar el camino óptico de la luz antes de llegar al futuro telescopio”.

“Ya en octubre de 1999 -continúa -, se inició la obra civil, empezando por la cimentación del pilar del telescopio, 16 pilotes de hormigón de 60 cm de diámetro que se enterraron entre 15 y 20 m, buscando la rigidez que le proporciona la capa basáltica que discurre por debajo del edificio. A su vez, se llevaba a cabo la construcción de la cúpula que cerraría la cámara del telescopio y que tuvo que traerse a la Isla desmontada en piezas de gran tamaño. ¡El transporte por

la LP4 (antigua LP22), que va desde Mirca hasta el ORM, fue un reto logístico! El edificio se terminó en 2004 y en julio de 2007 el telescopio pudo ver su ‘primera luz’”.

“Fueron cerca de diez años viviendo la mitad del tiempo en la isla de la Palma”, recuerda Germán Pescador. Y añade: “En estos maravillosos años, tuve la oportunidad de conocer excelentes profesionales palmeros cuya colaboración fue imprescindible para el éxito de mi cometido. Entre ellos, **Mari Barreto Cabrera**, entonces administradora del ORM, **Ángel Palomares**, director del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, y **Jorge Pais Pais**, doctor en Arqueología y jefe de Patrimonio Histórico del Cabildo de La Palma.”

Entre 2004 y 2005, Germán Pescador fue también responsable de la construcción del CALP, centro común de Astrofísica de La Palma, hoy CALP “Francisco Sánchez”, edificio que ha servido de base de operaciones al IAC y a instituciones usuarias con telescopios en el ORM, tales como el propio GTC. “Este proyecto -subraya-, con un presupuesto de 2,5 millones de euros, se construyó en tan solo 14 meses, en la cuesta de San José, en Breña Baja, partiendo de la rehabilitación de un antiguo albergue juvenil construido por el Ayuntamiento en dicha localidad. Una obra que supuso el aumento de la presencia del IAC en La Palma, impulsando la tecnología y la difusión de la ciencia en la Isla y potenciando el acercamiento del Observatorio a la sociedad palmera”.



GTC en construcción. © GTC/IAC

GTC en construcción. © GTC/IAC

JUAN CALVO

# “Trabajar en La Palma como jefe de Mantenimiento del GTC supuso, sin duda, la etapa más satisfactoria de mi vida profesional”



Juan Calvo.

La vinculación del físico **Juan Calvo Tovar** con el Observatorio del Roque de los Muchachos viene prácticamente desde su incorporación al IAC en noviembre de 1985, en el Departamento de Mantenimiento Instrumental. “Los espejos del telescopio Carlos Sánchez (TCS) se aluminizaban -recuerda- en las instalaciones del telescopio Isaac Newton (INT), en el ORM. Gestionar esta tarea supuso mi primer contacto con este observatorio. Una vez operativo el telescopio William Herschel (WHT), los aluminizados comenzaron a realizarse en él. Este cambio supuso un gran aliciente

personal, ya que en aquella época el WHT era el mayor telescopio que había en los Observatorios de Canarias.

No obstante, la mayor vinculación que tuvo Juan Calvo con el ORM fue a partir de febrero de 2006, cuando comenzó a trabajar en GRANTECAN como jefe de Mantenimiento del GTC. “Inicialmente -comenta-, el contrato era para un año, pero finalmente estuve dos y medio (algo más de un año después de su primera luz)”.

Una vez de vuelta al IAC en La Laguna (Tenerife), donde ha sido jefe de Producción del Área de Instrumentación, su vinculación con el ORM no se vio interrumpida. Fue el gestor del espectrógrafo HORuS (*High Optical Resolution ultra-Stable Spectrograph*), instrumento visitante para el GTC que comparte foco con el instrumento OSIRIS. Participó en el proyecto MASS-DIMM, gestionando, entre otras tareas, la fabricación e instalación de una torre de 10 m de altura para los datos de Calidad del Cielo con vistas a la entonces posible instalación del ELT (Extremely Large Telescope) en el ORM. Y, por último, fue asesor técnico del proyecto CTA. Toda esta actividad supuso visitar el ORM con bastante frecuencia hasta el día de su jubilación, el 30 de junio de 2023.

“Subir frecuentemente desde el nivel del mar a una altura de unos 2.300 m es algo que puede resultar tedioso, sobre todo si es una carretera con muchas curvas. Pero, en mi caso particular, nunca resultó ser un inconveniente. Los cambios de luz con la variación de las condiciones atmosféricas daban la sensación de que las vistas del paisaje fueran distintas cada día. Esto unido al tipo de trabajo que desarrollaba y el trato con las personas con las que interactuaba día a día, supuso sin duda la etapa más satisfactoria de mi vida profesional”.



Personal de GRANTECAN y del IAC en la primera luz del GTC. © Juan Calvo (IAC)



Equipo HORuS en la sala de control del GTC. © Juan Calvo (IAC)

# Los telescopios del ING



El Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING) estuvo constituido en el pasado por tres telescopios: el William Herschel (WHT) de 4,2 m, el Isaac Newton (INT) de 2,5 m y el Jacobus Kapteyn (JKT) de 1 m, hasta que la propiedad de este último fue cedida al IAC. El Particle Physics and Astronomy Research Council (PPARC) del Reino Unido, el Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) de Holanda y el IAC operaban estos tres telescopios en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). El ING ha ofrecido sus servicios a la comunidad astronómica internacional durante cuatro décadas. En el transcurso de estos años se ha acometido la construcción de un observatorio completamente nuevo, entre otros hitos. La historia del ING ha experimentado varios cambios tanto a nivel organizativo como en prioridades científica, como se describe en el artículo "Evolución histórica del Grupo de Telescopios Isaac Newton" (2004), del astrofísico palmero Javier Méndez y del exdirector holandés del ING René Rutten. A continuación, se reproducen extractos adaptados de ese artículo.

Cuando uno mira la actual y magnífica infraestructura que el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) ofrece para la astronomía mundial es fácil pensar que su presencia se da por supuesta en semejante lugar. Sin embargo, lo que se ha construido es el resultado del minucioso y duro trabajo de muchos, junto con una extraordinaria visión de futuro. Su historia se remonta a la década de los sesenta, cuando los astrónomos europeos son conscientes de la necesidad de contar con un observatorio de alta calidad en el hemisferio norte. En el Reino Unido, la astronomía experimentaba un proceso de revitalización, tras los efectos de la Segunda Guerra Mundial. Un aspecto importante para este proceso era la construcción de un telescopio nuevo de importantes dimensiones. La iniciativa dio lugar al telescopio Isaac Newton de 2,5 m, inicialmente erigido en Herstmonceux, en el sur de Gran Bretaña, en 1967. Debido a que los estándares que definen un lugar de observación astronómica de clase mundial estaban cambiando, rápidamente se hizo aparente la necesidad de encontrar un lugar de mejores condiciones. (*Ver Prospecciones astronómicas en el ORM*). Y el lugar finalmente elegido fue La Palma.

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

La correcta elección de los telescopios e instrumentos era tan importante como la elección del sitio, y de ahí que se pusiera un enorme interés en diseñar el equipamiento del Northern Hemisphere Observatory (NHO) incluso antes de haber tomado una decisión sobre el lugar. Uno de los primeros aspectos que se tuvo en cuenta era que los telescopios de gran tamaño eran muy demandados por los astrónomos y que, sin embargo, ciertos proyectos de observación podían realizarse en telescopios de menor diámetro. Por lo tanto, desde un comienzo se abandonó la idea de disponer de un único telescopio grande, a favor de la construcción de varios de diferentes aperturas. El gran telescopio, sin embargo, debía ser versátil y para ello dispondría de diferentes instrumentos. Teniendo en cuenta que instrumentos como los espectrógrafos son de dimensiones cada vez mayores a medida que aumenta el diámetro del espejo primario, se decidió escoger 4,5 m como el tamaño óptimo y nominal.

## EL TELESCOPIO ISAAC NEWTON

La espectroscopía es una técnica observacional muy demandada por los astrónomos. Se pueden obtener diferentes resoluciones con telescopios menores de 4,5 m. En concreto, un telescopio de 2,5 m sería muy útil,

y de ahí que se tomara la decisión de utilizar el ya en funcionamiento telescopio Isaac Newton y trasladarlo de Herstmonceux en el Reino Unido a La Palma, reemplazando su espejo primario por uno de Zerodur, mejorando la montura y construyendo un gran espectrógrafo Coudé.

El tercer y menor telescopio del NHO debía ser un reflector de 1 m de doble propósito y diseño original. El papel principal del JKT debía ser en el campo de la astrometría, con la utilización de placas fotográficas (...).

Las propuestas de estos tres telescopios fueron aprobados por el Science Research Council (SRC) británico en noviembre de 1974 y el trabajo comenzó sin retraso. El Royal Greenwich Observatory (RGO), bajo la dirección del profesor **Alec Boksenberg**, asumió el liderazgo tanto del diseño como del desarrollo de los telescopios y sus instrumentos. Otros responsables del proyecto en el RGO eran **W. A. Goodsell**, jefe del equipo, **J. D. Pope**, jefe del diseño de los telescopios, y **G. A. Harding**, científico del proyecto. Inicialmente sólo se contaba con la aprobación financiera para los dos telescopios más pequeños, mientras que los fondos para el telescopio de 4,2 m se dispusieron más tarde. Por lo tanto, la pieza central en estos primeros años fue el telescopio de 2,5 m Isaac Newton. El trabajo no sólo se centró en el traslado, sino también en la mecánica (para adaptar la montura a una latitud diferente), la electrónica, los sistemas de control, e incluso, el espejo primario. El espejo principal del INT fue reemplazado por uno de dimensiones ligeramente mayores (de 98 a 100 pulgadas de diámetro) de mejor calidad óptica y de vitrocerámica Zerodur. El telescopio se colocaría en una nueva cúpula en lo alto de un edificio que también ofrecía espacio para oficinas y talleres, e incluso cocina y comedor donde pudiera servirse comida a un pequeño número de comensales.

La estructura mecánica del INT fue embarcada para La Palma en 1981 y vuelta a ensamblar en su nueva cúpula en 1982. Después de que el edificio fuese entregado el 17 de enero de 1983, los talleres y otras instalaciones completadas, el telescopio fue completamente montado junto con su nuevo y recién aluminizado espejo primario hacia finales de 1983. En febrero de 1984 se registró la primera luz en el foco primario, y a finales de mayo del mismo año el primer astrónomo comenzó a utilizar el telescopio.

La construcción del JKT comenzó en paralelo con el INT. Tras los chequeos iniciales en Herstmonceux el telescopio fue enviado a La Palma



Distintas fases en la construcción de la cúpula del telescopio Isaac Newton en el Observatorio del Roque de los Muchachos © ING

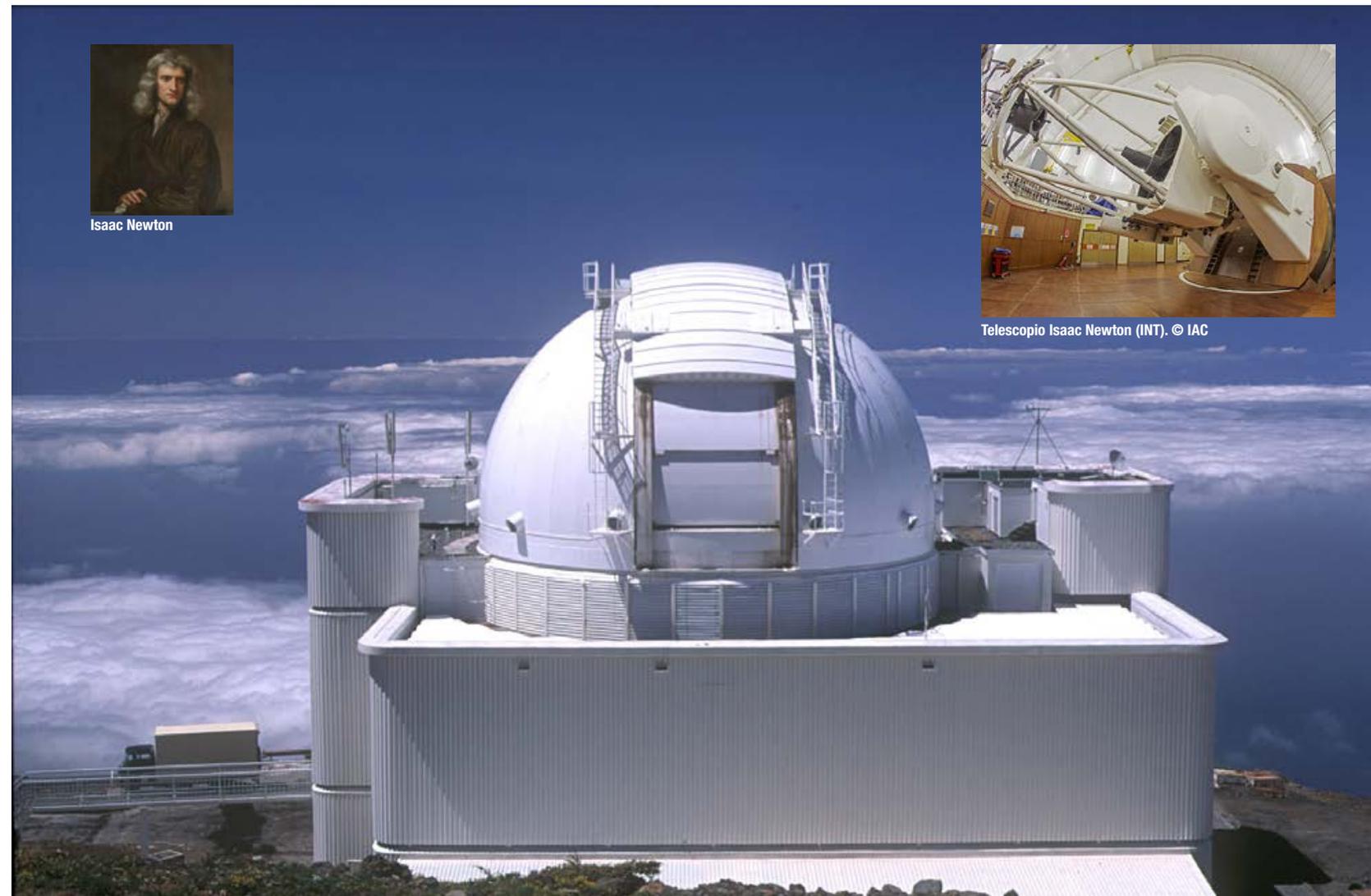
# INT, telescopio Isaac Newton



Isaac Newton



Telescopio Isaac Newton (INT), © IAC



en el verano de 1983. Como anécdota diremos que cuando se encontraba en el mar, un Harrier de la Royal Navy británica tuvo que hacer un aterrizaje de emergencia en el carguero SS Alraigo, el barco que lo transportaba. El telescopio se erigió dentro de su cúpula en octubre de 1983 y el edificio se entregó en enero de 1984. Los sistemas de control fueron instalados en febrero y las primeras placas fotográficas fueron tomadas el 23 de marzo de 1984. Por la misma fecha se anunció públicamente el nombre del telescopio por Sir Patrick Moore, uno de los grandes divulgadores de la astronomía. Jacobus Kapteyn fue un astrónomo holandés que había trabajado sobre problemas de estructura galáctica similares a aquellos que el telescopio iba a afrontar, y por esta razón se decidió nombrar al telescopio de 1 m, el telescopio Jacobus Kapteyn.

En estos primeros años, el comienzo de las operaciones se desarrolló en condiciones de trabajo que en ocasiones llegaron a ser muy duras. Infraestructuras básicas tales como carreteras, alojamiento, teléfono y electricidad estaban todavía en instalación y generalmente no eran muy fiables. En 1985, el acceso al Observatorio mejoró considerablemente con la conclusión de la carretera de acceso por el lado este de la Isla, conectando el observatorio con la capital, el puerto y el aeropuerto. Los barracones cercanos al INT se utilizaban como viviendas espartanas, mientras que las oficinas, los talleres, la cocina, el comedor y las áreas de recreo se concentraron en el edificio del INT, a la espera del comienzo de la utilización de la residencia del Observatorio. Por esta razón, una cocina que estaba diseñada sólo para cocinar unos pocos snacks para los observadores, tenía que preparar comida para 30 trabajadores, tres veces al día. Pero a pesar de estas condiciones, el extraordinario sentimiento de excitación por conseguir un objetivo común, hizo de estos años una experiencia memorable.

#### EL TELESCOPIO WILLIAM HERSCHEL

Mientras que el INT y el JKT ya habían comenzado sus operaciones, la construcción del WHT estaba en marcha. Antes de esto, a mediados y finales de los setenta, se había producido una importante discusión en el Reino Unido acerca de qué tipo de telescopio tenía que ser. En aquellas fechas, el concepto de telescopio de múltiples espejos estaba todavía en fase de maduración, y además se discutían otros diseños alternativos para los telescopios del futuro. Sin embargo, la tecnología disponible por entonces no permitía espejos pulidos delgados de una sola pieza de importantes dimensiones o segmentados. Como la necesidad de contar con



Algunos de los directores del ING. De izquierda a derecha: Jasper Walt, Paul Murdin, Jan Lub y René Rutten. © Javier Méndez.

un telescopio de la clase de 4 m era urgente en el hemisferio norte, el WHT se diseñó y se construyó como un telescopio versátil que hiciera uso de la última y por entonces actual tecnología, y, por lo tanto, minimizando el riesgo de retrasos en su desarrollo. Esta es la razón por la que se escogió la opción de un espejo primario de una sola pieza.

En 1978, la empresa americana Owens Illinois disponía de un bloque de vitrocerámica Cervit sin pulir de 4,2 m de diámetro. Sin embargo, se corría el riesgo a perder esta valiosa oportunidad si el bloque no era adquirido pronto, ya que la empresa contaba con planes para dividirlo en piezas más pequeñas y facilitar así su venta. Se barajaron otras posibilidades, como encargar un bloque de Zerodur a Schotts en Alemania de similar diámetro, pero tenía que fabricarse un nuevo horno, lo cual aumentaría los costes y el tiempo de construcción. Por lo tanto, ignorar la oferta de Owens-Illinois suponía afrontar un considerable retraso y un incremento del coste muy significativo. Además, el dilema tenía que resolverse mientras todavía las negociaciones con España para la instalación y uso de telescopios en el Observatorio del Roque de los Muchachos estaban sin concluir. Finalmente se decidió la compra del bloque de 4,2 m de diámetro. El diseño final del WHT pudo entonces completarse, al conocerse la apertura final del telescopio, y se realizó un estudio de la flexibilidad del espejo para diseñar su sistema de soporte (Mack, 1980). En el momento de su finalización, el WHT iba, por lo tanto, a convertirse en el tercer mayor telescopio del mundo con espejo primario de una sola pieza.

En mayo de 1983 comienzan los trabajos en La Palma. Tras la preparación del lugar escogido, y la construcción de la cúpula y del edificio, el telescopio se comenzó a instalar en otoño de 1985 con la llegada del sistema hidráulico y el soporte de acimut. Un equipo de ingenieros del RGO fue el encargado de supervisar la instalación y la puesta a punto. Otros componentes del telescopio, como la estructura, los espejos y la planta de aluminizado, llegaron en la siguiente primavera por barco. Las muchas curvas de la recién terminada carretera de acceso por Mirca hicieron del transporte de las grandes piezas una tarea complicada. Y nuevas complicaciones llegaron cuando la empresa encargada del pulido del bloque de Cervit y la construcción del telescopio, Grubb Parsons, anunció que interrumpiría su trabajo con telescopios astronómicos después de terminar el WHT. Esto significaba que los ingenieros del RGO tenían que asumir un papel todavía más relevante. Tras la puesta a punto del sistema de control en la primavera de 1987, se aluminizó el espejo primario y se instaló en el telescopio en mayo de 1987, quedando las 186 toneladas de telescopio preparadas para su utilización con fines astronómicos.

A la hora de elegir un nombre para el telescopio se tuvo en cuenta el éxito de su diseño, su montura y las relaciones con España. Sir William Herschel fue el primer astrónomo en construir la montura acimutal con acierto sin precedentes en un telescopio, uno de los cuales, y posiblemente el mejor, es el que le encargó el Observatorio de Madrid en 1803. Por esta razón, el telescopio de 4,2 m pasó a denominarse telescopio William Herschel.

Durante todos estos años muchos ingenieros y astrónomos han ofrecido sus mejores servicios al Observatorio, pero uno de ellos está especialmente ligado con el desarrollo de las instalaciones en La Palma. El doctor **Paul Murdin** fue astrónomo jefe de proyecto durante la fase de construcción, y entre sus muchas cualidades, mantuvo fuertes lazos de unión con el observatorio hasta su jubilación en 2001.



Distintas fases en la construcción de la cúpula del telescopio William Herschel en el Observatorio del Roque de los Muchachos © ING

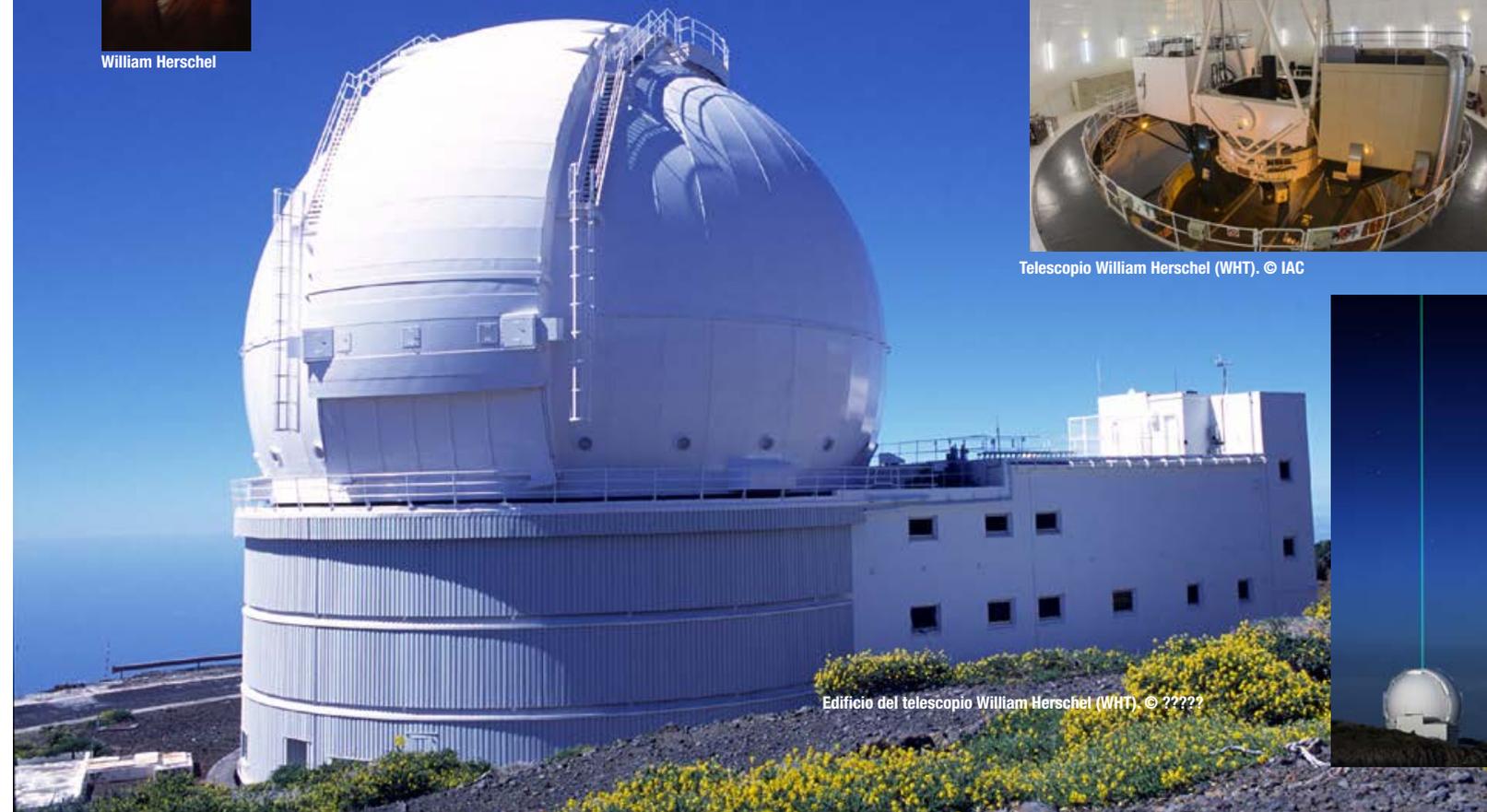
# WHT, telescopio William Herschel



William Herschel



Telescopio William Herschel (WHT). © IAC



Edificio del telescopio William Herschel (WHT). © ?????

## INSTRUMENTACIÓN

Los requerimientos científicos que guiaron el diseño del WHT indicaban que el telescopio debía ser versátil con una calidad de imagen, apuntado y seguimiento excelentes. La versatilidad implicaba el uso de varias estaciones focales, la opción de cambiar de una a otra rápidamente y un conjunto de instrumentos de alto nivel que permitiera realizar imagen y espectroscopía. Los objetivos científicos y los temas claves de aquellos días se centraban en el estudio de agujeros negros masivos en galaxias, espectros de cuásares distantes, núcleos activos de galaxias y la identificación de fuentes de radio distantes. Estos objetivos definieron el conjunto de instrumentos de primera generación.

Los primeros instrumentos del INT fueron el Intermediate Dispersion Spectrograph (IDS), el espectrógrafo Fabry-Perot TAURUS, el Faint Object Spectrograph (FOS) y una cámara CCD a foco primario. Este conjunto de instrumentos evolucionó hasta disponer del IDS y una cámara CCD de gran campo, la Wide Field Camera (WFC), que, en la actualidad y desde agosto de 2003, es el único instrumento disponible. En todo este período de tiempo el INT también ha admitido varios instrumentos visitantes.

El WHT comenzó sus observaciones con unos instrumentos similares a los del INT: el primero fue el espectrógrafo Fabry-Perot TAURUS-2, le siguió el FOS-2, que demostró ser un instrumento útil para surveys espectroscópicos donde se requería la identificación del objeto o la determinación de su corrimiento al rojo. Su alta eficiencia combinada con el amplio rango espectral que podía cubrir, lo convertían en un instrumento puntero. El caballo de batalla llegó en 1989: el espectrógrafo ISIS. La clave de este espectrógrafo está en su alta gama de resoluciones espectrales, junto con su alta transmitancia y eficiencia en general. Esto se consigue con dos brazos separados optimizados para el rango rojo y azul del espectro electromagnético respectivamente y que pueden ser utilizados conjunta o individualmente. ISIS ha sido un instrumento muy competitivo y

popular entre los astrónomos debido a su original diseño y a las mejoras posteriores que han incrementado sus capacidades.

Los siguientes instrumentos en hacer su aparición en el WHT fueron: el espectrógrafo de alta resolución Utrecht Echelle Spectrograph (UES), el espectrógrafo de múltiples rendijas Low-Dispersion Survey Spectrograph (LDSS-2), la cámara del puerto auxiliar Auxiliary Port Camera, la cámara de foco primario Prime-Focus imaging Camera (PFC), el espectrógrafo de fibras ópticas Wide-field Fibre Optic Spectrograph (WYFFOS) junto con la unidad multi- objeto de fibras ópticas Automated Fibre Positioner (AUTOFIB-2), el espectrógrafo de área de fibras ópticas INTEGRAL, las cámaras de imagen infrarroja William Herschel Infrared Camera (WHIRCAM) e Isaac Newton Group Red Imaging Device (INGRID), y el instrumento para el infrarrojo Long Slit Intermediate-Resolution InfraRed Spectrograph (LIRIS), el sistema de óptica adaptativa Nasmyth Adaptive Optics for Multi- purpose Instrumentation (NAOMI) junto con el coronógrafo Optimized Stellar Coronagraph for Adaptive optics (OSCA) y el espectrógrafo de área de microlentes Optically Adaptive System for Imaging Spectroscopy (OASIS), estos tres últimos instrumentos permanentemente montados en el GRound based Adaptive optics Controlled Environment (GRACE) en uno de los focos Nasmyth.

El ING siempre ha dado la bienvenida a instrumentos visitantes. Para ello existe una estación focal permanente en uno de los focos Nasmyth del WHT, el laboratorio GHRIL (*Ground-based High Resolution Laboratory*), en el que participó el IAC. El telescopio Jacobus Kapteyn dispuso de un conjunto de instrumentos más humilde pero igualmente versátil y capaz de explotar su capacidad fotográfica de gran campo.

JAVIER MÉNDEZ ÁLVAREZ  
Astrofísico y PR Officer del ING  
MARC BALCELLS  
Director del ING



Panorámica nocturna de la Vía Láctea en el ORM, con los telescopios INT y JKT. © Daniel López/IAC



Jacobus Kapteyn

Telescopio Jacobus Kapteyn (JKT) y los asistentes a su reapertura y con el INT en segundo plano. © Daniel López/IAC

JKT, instalándose en el ORM © ING



El presidente de SARA, Terry Oswalt, junto con el director y astrofísicos del IAC y del ORM, además de autoridades y científicos relacionados con el proyecto, durante el acto de reapertura en 2015 del JKT. © Daniel López/IAC

# JKT, telescopio Jacobus Kapteyn

El telescopio Jacobus Kapteyn (JKT), de 1 m de diámetro, fue encargado por el Reino Unido, Irlanda y los Países Bajos hace cuarenta años para formar parte del ORM, en La Palma. Uno de sus hitos fue observar la ruptura nuclear del cometa LINEAR, el más brillante de los visibles en 2000.

Cambios en las prioridades de financiación del ING, al que pertenecía, determinaron el fin de sus observaciones tradicionales y su cesión al IAC en 2014. El acuerdo internacional entre el consorcio de universidades SARA (Southeastern Association for Research in Astronomy) de Estados Unidos y el IAC, así como la posibilidad de operación remota entre continentes que permite Internet, dio una nueva oportunidad de hacer ciencia a este telescopio, que fue renovado y remotizado. En virtud del acuerdo, el IAC dispone de tiempo de observación no solo en el JKT, sino también en los otros telescopios de SARA en EEUU (Kitt Peak) y Chile (Cerro Tololo).

Los astrónomos se sirven de estos instrumentos para investigar desde asteroides hasta cuásares. La operación remota de los telescopios permite su uso inmediato, ahorrar costes en viajes y una gran flexibilidad

en la repartición del tiempo de telescopio entre diversos proyectos. Por la distinta ubicación, se puede observar durante 16 horas seguidas fenómenos astronómicos al encadenar las distintas infraestructuras del consorcio (cuando se hace de día en La Palma, se hace de noche en Arizona).

Asimismo, se utilizan en las aulas, con la participación activa de los estudiantes, y en actividades de divulgación científica. Al añadir JKT a la red y las casi siete horas de adelanto respecto a la hora en el Este de los Estados Unidos, una sesión de observación puede durar de mediodía a medianoche: los observadores allí puedan observar ¡la noche de día! Y viceversa: desde España se podrá observar en Arizona hasta que allí salga el Sol (mediodía, hora española).

SARA es un consorcio de universidades, que opera por control remoto instrumentos situados en Arizona y Chile. Los centros participantes son los siguientes: Florida International University, Florida Institute of Technology, East Tennessee State University, Valdosta State University, Agnes Scott College, Ball State University, the University of Alabama, Butler University, Valparaiso University, Clemson University, Texas A&M University-Commerce, y Embry-Riddle Aeronautical University, además del IAC, que ahora también forma parte. SARA también colabora con la comunidad astronómica chilena y el Lowell Observatory, lo que le da acceso a un telescopio en Cerro Tololo (Chile).

# WEAVE: el potente espectrógrafo multifibra de última generación para el WHT

El 30 de octubre de 2023, desde el propio telescopio William Herschel (WHT), situado en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma), se daba a conocer públicamente el instrumento WEAVE, un potente espectrógrafo multifibra de última generación. La ceremonia de inauguración reunió a los responsables de las agencias de financiación científica de los países socios del Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING), así como a una representación de los 500 miembros de los equipos científicos y de las organizaciones implicadas en el diseño y construcción de WEAVE, convirtiéndose en el mayor encuentro de personas jamás celebrado en el interior de la cúpula del WHT.

El proyecto WEAVE se puso en marcha hace más de 10 años gracias al empuje de un equipo de astrónomos que creyeron en el potencial de la espectroscopía de ancho campo mediante fibras para explotar grandes conjuntos de datos, como los proporcionados por el satélite Gaia de la Agencia Espacial Europea (ESA). Además, se quiso dotar al Telescopio William Herschel de un nuevo papel apostando por su renovación gracias a una de las lentes astronómicas más grandes jamás construida.

En 2016, el acuerdo multilateral para diseñar y construir WEAVE fue firmado por los países del grupo ING (Reino Unido, España y Países Bajos), a los que se unieron Francia e Italia. Tras intensos años de diseño y construcción de sus múltiples elementos en países de los cuatro continentes, WEAVE se instaló finalmente en el WHT en mayo de 2022 y obtuvo sus primeros datos científicos en diciembre de ese mismo año. Durante 2023, se han puesto a punto varios de sus modos de observación y se han obtenido datos para verificar sus capacidades científicas.

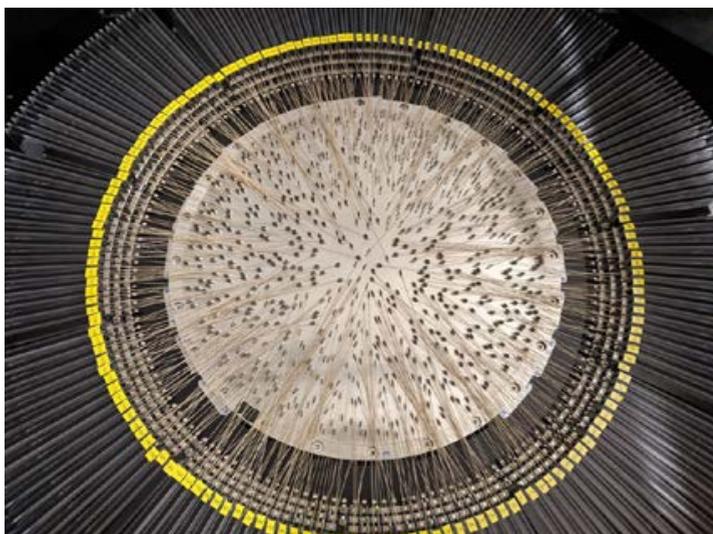
La inauguración de WEAVE ha marcado el inicio de su explotación científica regular y, más concretamente, el arranque de los programas WEAVE *Survey* y WEAVE *open-time*, que utilizan su unidad de gran campo integral (LIFU). Los programas científicos en modo de espectroscopía multiobjeto (MOS) han comenzado en 2024, seguidos de observaciones con el tercer modo de observación de WEAVE, con unidades de campo integral pequeño (mIFU).

## EL INSTRUMENTO

WEAVE es un espectrógrafo multimodo y multifibra que utiliza fibras ópticas para recoger luz de fuentes celestes y transmitirla a un espectrógrafo. El espectrógrafo de dos brazos de WEAVE separa la luz en

sus distintas longitudes de onda, o colores, y las registra en detectores CCD de gran formato. Los datos brutos se transfieren por Internet a ordenadores de Cambridge y Tenerife y los productos listos para la ciencia se almacenan en un archivo de La Palma para su explotación científica. Los espectros resultantes contienen las huellas dactilares de las características físicas y químicas de estrellas, galaxias, cuásares y gas interestelar e intergaláctico que los astrónomos utilizan para poner a prueba sus teorías sobre el Universo. También permiten a los astrónomos medir velocidades a lo largo de la línea de visión mediante el efecto Doppler.

Uno de los elementos únicos de WEAVE entre los espectrógrafos multiobjeto es su extraordinaria nitidez al dividir la luz entrante en sus longitudes de onda, también conocido como poder de resolución espectral, para hasta 960 fuentes celestes simultáneamente. Mientras que el poder de resolución espectral de WEAVE en modo de baja resolución es comparable al de otros espectrógrafos multiobjeto actuales, su poder de resolución en modo de alta resolución es entre cinco y diez veces superior al de otras instalaciones multiobjeto del hemisferio norte. Este alto poder de resolución se traduce en mediciones de velocidad más precisas (tan buenas como 1 km/s) y mediciones de abundancia química mucho más precisas que las que pueden obtenerse con otras instalaciones MOS del hemisferio norte.



Un campo WEAVE completamente configurado, con 700 de 960 fibras colocadas por dos robots en un campo de visión de 2 grados. © Gavin Dalton.



A la izquierda, el nuevo corrector de enfoque primario del Telescopio William Herschel, ahora equipado con una de las lentes astronómicas más grandes jamás construidas. © Kane Sjöberg. A la derecha, una imagen JWST con el WEAVE LIFU apuntando al Quinteto de Stephan para la observación con las primeras luces. El LIFU recoge luz de 547 puntos del cielo para su análisis mediante el espectrógrafo WEAVE (cada círculo indica una fibra óptica de 2,6 segundos de arco de diámetro). © NASA, ESA, CSA, STScI (imagen de fondo). Esta composición ha hecho uso del "Atlas del cielo de Aladin" desarrollado en el CDS, Observatorio de Estrasburgo, Francia.

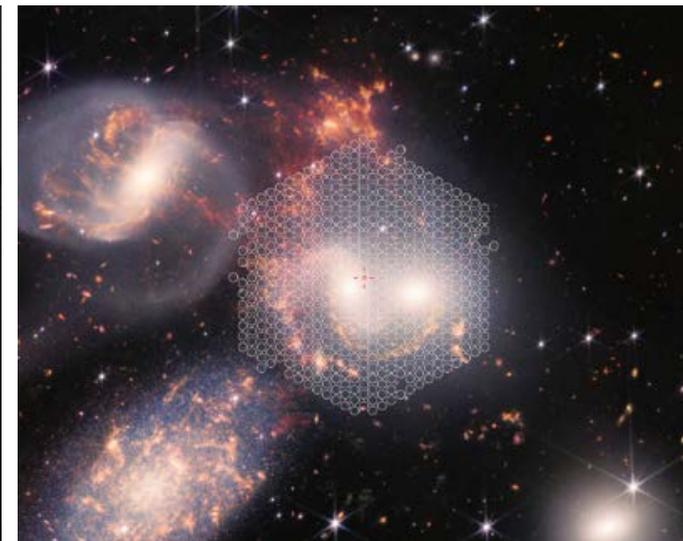


Foto de grupo de los asistentes a la inauguración de WEAVE. © Javier Méndez.

La versatilidad de WEAVE es otro de sus puntos fuertes. Mientras que el modo LIFU alberga 547 fibras estrechamente agrupadas para obtener imágenes de amplias zonas del cielo, en el modo MOS dos robots colocan por separado hasta 960 fibras individuales para recoger la luz de otras tantas estrellas, galaxias y cuásares. En el modo mIFU, las fibras están organizadas en 20 unidades, cada una de las cuales consta de 37 fibras que se utilizan para estudiar pequeños objetos extensos, como nebulosas y galaxias lejanas.

“Nuestro objetivo ha sido instalar un instrumento único que nos permitirá llevar a cabo investigaciones astronómicas de vanguardia. Ha sido fantástico recibir apoyo financiero de las agencias nacionales de investigación de los tres países socios de ING (Reino Unido, España y Países Bajos), así como contribuciones de otros países como Francia e Italia. Nos complace demostrar que la parte LIFU de WEAVE no solo funciona, sino que produce datos de alta calidad y seguirá ofreciendo resultados de alto impacto científico en los próximos años. Esperamos anunciar pronto los primeros eventos de observación para los otros modos de observación, que actualmente se encuentran en la fase final de calibración”, subrayó Marc Balcells, actual director del ING.

(Información extraída y adaptada del comunicado de prensa elaborado por JAVIER MÉNDEZ, ING)



# TNG, un gran telescopio italiano

El proyecto del TNG nació en 1982 con un estudio sobre una nueva generación de telescopios que llevarían la astronomía italiana a la vanguardia, tanto en términos de instrumentación como de tecnología. Finalmente instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos, el Telescopio Nazionale Galileo (TNG) es el mayor telescopio óptico-infrarrojo italiano, una versión más avanzada del Telescopio de Nueva Tecnología (NTT), del European Southern Observatory (ESO), en Chile, y capaz de detectar planetas similares a la Tierra orbitando alrededor de estrellas como el Sol.

Fruto de la colaboración entre los institutos italianos de astrofísica y unas cuantas empresas italianas de alta tecnología, el telescopio se montó por completo en Milán en 1993, y en 1995 se envió al ORM, en La Palma. En junio de 1996 fue inaugurado formalmente en presencia de los reyes de España y el ministro italiano de Universidad, Investigación, Ciencia y Tecnología. En 2002, el Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) se hizo cargo de la gestión del telescopio, con un costo inicial de unos 25 millones de euros. El TNG ahora cuenta con un personal técnico-científico de 30 personas. Su primera luz fue en junio de 1998 y observó el sistema de estrellas doble Epsilon Lyrae.

## EL TELESCOPIO

El TNG es un telescopio con montura altazimutal, una configuración óptica Ritchey-Chretien y dos focos Nasmyth para los instrumentos. Su espejo primario, de 3,58 m de diámetro y 24 cm de espesor, tiene un control de óptica activa. En la práctica, las aberraciones ópticas que se pueden crear en el espejo se corrigen mediante una serie de 78 pistones distribuidos debajo del espejo primario y conectados a computadoras que permiten deformar el espejo donde sea necesario y así corregir en tiempo real todas las posibles aberraciones ópticas presentes. El resultado es una alta calidad óptica y hace que hoy esta técnica sea adoptada por la mayoría de los telescopios modernos.

La cúpula que alberga el TNG también es de nueva generación. Su diseño particular hace que, durante las observaciones nocturnas, el aire entre y salga como un flujo laminar, que minimiza la turbulencia y promueve un rápido equilibrio térmico de la estructura. Para favorecer el flujo laminar hay también cuatro paneles posicionados en la parte posterior de la cúpula y una pantalla móvil en la parte frontal. Además, durante todo el día, cuando la cúpula está cerrada, un sistema de refrigeración mantiene la temperatura en el interior de la cúpula igual a la temperatura exterior de la noche anterior.

Todo el edificio del TNG es una estructura de 24 m de altura, que incluye la cúpula giratoria octogonal, una parte cilíndrica fija que encierra el pilar central (un cilindro de hormigón hueco de 9,6 m de altura) y un edificio anexo. En este último se encuentran los talleres y la sala de control, desde donde los astrónomos y operadores del telescopio se encargan de las observaciones nocturnas.

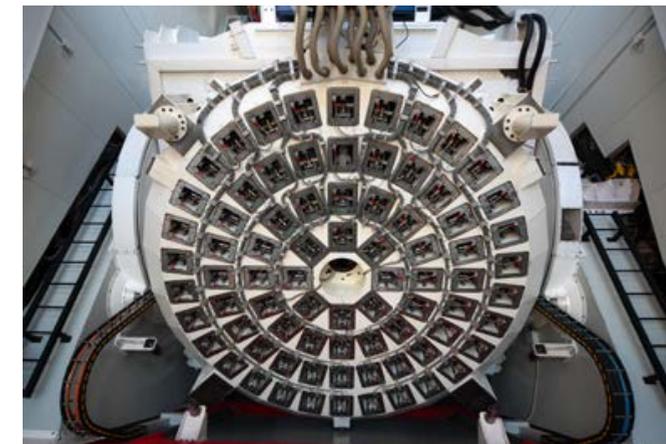
## LOS INSTRUMENTOS

Además del telescopio, para que un observatorio pueda producir datos, necesita instrumentación que analiza la luz recogida por los espejos. Actualmente, el TNG está equipado con 4 instrumentos que funcionan permanentemente en sus focos Nasmyth y ofrecen una gran variedad de modos de observación: desde la fotometría de banda ancha hasta la espectroscopía de alta resolución, y cubren longitudes de onda desde el visible hasta el infrarrojo cercano.

Estos instrumentos pueden recoger la luz durante varias horas hasta mostrar objetos que tienen un brillo hasta cien millones de veces más débil que el límite permitido por el ojo humano. La luz así recogida y analizada por los astrónomos permite, entre otras cosas, estudiar en detalle la composición química y los movimientos de los objetos celestes a través del desplazamiento de las líneas de emisión que aparecen en sus espectros, medir la distancia a los objetos más lejanos y descubrir o caracterizar planetas en otros sistemas planetarios.

### DOLORES - Device Optimized for the LOw RESolution

Con un campo de vista de 8,6 x 8,6 arcmin y una escala de 0,252 arcsec/pixel, DOLORES permite obtener imágenes con filtros de banda ancha y estrecha y espectros de baja y media resolución. Instalado en 2000 en la Nasmyth B del



Los 78 actuadores montados bajo el espejo primario del TNG que se utilizan para aplicar las correcciones del sistema de óptica activa. © Tessicini

telescopio, tiene como principales objetivos científicos: cúmulos de estrellas, cúmulos globulares, abiertos; estrellas de nuestra galaxia al final de su vida que están expulsando materia como supernovas; gamma ray bursts (GRB), cuya naturaleza aún no está completamente clara y que se manifiestan con explosiones muy energéticas que primero son reveladas por satélites que observan en las bandas gamma-X y que a veces también tienen una contrapartida en el visible o en el infrarrojo; cuásares que emiten como núcleos galácticos activos en casi todo el espectro electromagnético (desde las ondas de radio a las ondas X, a los rayos gamma) y tienen un fuerte desplazamiento hacia el rojo debido a su gran distancia. Las supernovas son de los eventos más energéticos y violentos del Universo. Constituyen las tremendas explosiones que terminan los ciclos de vida de algunas estrellas. Las energías cinéticas típicas liberadas en estas explosiones alcanzan los  $10^{51}$  erg, mientras que las capas externas de las estrellas son expulsadas a velocidades tan altas como el 10% de la velocidad de la luz. Una supernova puede ser tan brillante como miles de millones de estrellas juntas, y la energía total liberada excede la de una estrella como el Sol durante toda su vida de 10 mil millones de años. Sin embargo, en la última década se descubrió que, en algunos casos, las estrellas masivas producen explosiones hasta 100 veces menos energéticas que las habituales, y se caracterizan por velocidades de eyección particularmente bajas y luminosidades bajas. En 2009, los datos de DOLORES ayudaron a descubrir esta nueva clase de supernovas muy tenues en las que no se detectaba hidrógeno en el gas expulsado. En particular, la nueva supernova, denominada SN 2008ha, fue descubierta en la constelación de Pegasus, a 67 millones de años luz de la Tierra.



### NICS - Near Infrared Camera Spectrometer

Instalado en 2000 en la Nasmyth A del telescopio, este instrumento permite obtener imágenes y espectros de baja y media resolución en el infrarrojo cercano (0,9-2,5 μm). Entre los principales objetivos científicos de NICS se encuentra el estudio de objetos fríos de nuestra galaxia que emiten, por lo tanto, en el infrarrojo: estrellas enanas, estrellas marrones, cuerpos menores del Sistema Solar, nebulosas (zonas de nuestra galaxia ricas en gas y lugares de formación de polvo y estrellas); objetos fuera de nuestra galaxia, como cuásares o explosiones de rayos gamma.

Uno de los resultados más importantes obtenidos con NICS es el descubrimiento en abril de 2009 del objeto astronómico más lejano jamás observado hasta este momento: el GRB090423. El análisis de los espectros obtenidos con el prisma Amici de NICS permitió estimar una distancia para este objeto de más de 13 mil millones de años luz. La explosión de rayos gamma sucedió cuando el Universo era sólo un niño con una edad de poco más de 600 millones de años.

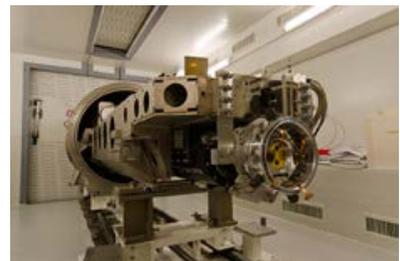
### HARPS-N: High Accuracy Radial velocity Planet Searcher - North

HARPS-N es un espectrógrafo de alta resolución (R = 115.000) caracterizado por una precisión extremadamente alta. Resultado de la colaboración de numerosos países (Suiza, Italia, Reino Unido, EEUU), este instrumento fue inaugurado en 2012 y está diseñado para descubrir y estudiar planetas extrasolares (exoplanetas). Es la copia de HARPS, un instrumento que ya se instaló con éxito en el telescopio de 3,6 m de ESO, en Chile, con algunas mejoras que lo hacen aún más eficiente. El objetivo científico de HARPS-N es el descubrimiento y la caracterización de planetas extrasolares del tamaño de la Tierra a través del estudio de las variaciones de velocidad radial a las que la estrella misma está sujeta por las fuerzas gravitatorias, debidas a los planetas que giran a su alrededor. Para lograr este objetivo y poder estimar velocidades radiales del orden de 1 m/s, HARPS-N necesita estabilidad mecánica y térmica que está garantizada por un control muy preciso de las condiciones del entorno en el que se mantiene: una temperatura de 17 °C controlada a menos de una centésima de grado y una presión igual a  $3 \times 10^{-4}$  mbar.

Kepler-78b fue el primer planeta similar a la Tierra conocido y caracterizado por HARPS-N en 2013. El planeta orbita una estrella similar al Sol situada en la constelación del Cygnus, a unos 400 años luz de distancia desde la Tierra. Kepler-78b tiene una masa y densidad muy similar a la de la Tierra y un radio de solo 1,17 veces nuestro planeta. Estos números implican una composición de roca y hierro, lo que hace que Kepler-78b sea un exoplaneta muy parecido a la Tierra. Sin embargo, Kepler-78b tiene un período orbital muy corto, de solo 8,5 horas y, por lo tanto, orbita a poca distancia de su estrella anfitriona. Esto significa que la temperatura en la superficie del planeta debería estar entre 2.000 y 3.000 grados, descartando cualquier posibilidad de vida tal y como la imaginamos.

### GIANO-B

GIANO-B es un espectrógrafo de alta resolución (R~50.000) desarrollado por el Observatorio de Arcetri (Italia) y que trabaja en el infrarrojo cercano hasta 2,5 μm de longitud de onda en la banda K. Llegó al TNG en 2012 en su primera versión como GIANO y recibía la luz por una pareja de fibras ópticas. Gracias a una importante financiación de INAF en 2016, el instrumento se pudo poner en



De izquierda a derecha, HARPS-N (High Accuracy Radial velocity Planet Searcher – North), el cazador de planetas extrasolares del TNG. © A. Harutyunyan; Imagen artística del exoplaneta Kepler-78b caracterizado por HARPS-N en 2013. © A. Harutyunyan; y el pequeño telescopio solar que trabaja junto con HARPS-N está instalado en el exterior de la cúpula del TNG. © A. Ghedina

la Nasmyth B, llamándose ahora GIANO-B, con un nuevo sistema óptico sin fibras para la captura de la luz del telescopio, un nuevo sistema de calibración y configuración y la posibilidad de observar al mismo tiempo que HARPS-N. El nuevo sistema óptico incluye la opción de introducir un elemento dicróico que separa la luz según su longitud de onda: la parte visible es enviada hacia HARPS-N, y la parte infrarroja, hacia GIANO-B. En esta configuración, que llamamos **GIARPS**, el TNG es el único telescopio en el mundo con una instrumentación capaz de obtener simultáneamente un espectro de alta resolución desde los 400 hasta los 2.500 nm. Entre sus principales objetivos se encuentran los estudios de velocidades radiales para la caracterización de exoplanetas y estudios químicos y dinámicos de objetos estelares o extragalácticos. Gracias a los espectros obtenidos con GIANO cuando todavía estaba instalado en la Nasmyth A del telescopio, los astrónomos han podido detectar agua en la atmósfera del exoplaneta llamado HD 189733b. Es un exoplaneta un poco más grande que Júpiter, pero que orbita muy cerca de su estrella madre, tanto que la temperatura en su superficie asciende a aproximadamente 1.200 grados. Cada 2,2 días, el planeta transita el disco estelar y una pequeña fracción de la luz estelar se filtra a través de su atmósfera, imprimiendo sus componentes moleculares.

Recientemente un grupo de investigadores de INAF ha usado GIARPS para medir con la mayor precisión disponible hasta la fecha las condiciones físicas en regiones de aceleración de jets alrededor de estrellas de baja masa recién formadas. Combinando muchas líneas de oxígeno, azufre, nitrógeno y hierro en el rango visible e infrarrojo cercano, y gracias a la alta resolución espectral, han identificado distintos componentes cinemáticos dentro de los perfiles de las líneas. Esto demuestra que pueda existir un mecanismo de emisión común para los jets de alta velocidad y un viento adicional no colimado impulsado por el campo magnético local u originado por la fotoevaporación del disco gaseoso.

### NUEVOS EXPERIMENTOS

La investigación astronómica siempre necesita evolucionar y encontrar nuevas herramientas para sus propios fines. La flexibilidad en el cambio de los focos Nasmyth del TNG y el uso de un cuarto espejo en el camino óptico, hacen posible utilizar el telescopio con muy poca pérdida de tiempo nocturno de observación en el cambio de instrumento. Los nuevos proyectos relacionados directamente con el personal del TNG se describen a continuación.

### SIFAP2

SIFAP2 (*Silicon Fast Astronomical Photometer and Polarimeter*) es la versión mejorada de SIFAP, un fotómetro rápido con capacidad de contar fotones individuales y dar a cada uno de ellos una etiqueta temporal con una velocidad de hasta 8 nanosegundos. Se utiliza para estudiar en el espectro visible las curvas de luz de objetos variables como estrellas de neutrones, pulsares de milisegundos, enanas blancas, etc. (muchas veces de manera simultánea con otros instrumentos que trabajan en los rangos de ondas de radio o rayos X, las bandas del espectro electromagnético donde estos objetos suelen producir más energía). SIFAP2 es una colaboración entre la Universidad de

Roma La Sapienza, el Observatorio de Roma, el Observatorio de Catania y el TNG. Comparado con la versión anterior, SIFAP2 tiene además la posibilidad de observar con filtros en banda ancha, de hacer polarimetría lineal y circular y de buscar una estrella de referencia alrededor del objeto principal.

A pesar de ser instrumentos en modo visitante en el TNG (por estar integrados parcialmente en el sistema del telescopio y observar sólo durante el tiempo de observaciones técnicas), SIFAP y SIFAP2 ya han obtenido resultados importantes, como el descubrimiento de las primeras pulsaciones ópticas en un pulsar de transición de milisegundos y la simultaneidad de éstas pulsaciones con las emisiones en la banda X publicados en revistas científicas de alto prestigio, como *Nature Astronomy* o *Astrophysical Journal*.

### TELESCOPIO SOLAR (LCST)

Gracias a la muy alta precisión y estabilidad de HARPS-N y teniendo a disposición un sistema de referencia absoluto como el peine de frecuencias ópticas, un calibrador de longitud de onda que crea pulsos de luz ultracortos, idénticos y espaciados a intervalos muy regulares, sabemos que el TNG tiene la posibilidad de detectar planetas similares a la Tierra orbitando alrededor de estrellas como el Sol.

Dos miembros de la colaboración de HARPS-N decidieron en 2015 construir un telescopio solar económico, el LCST (*Low Cost Solar Telescope*), e instalarlo en el exterior de la cúpula del TNG, para observar el Sol como si fuera una estrella y medir las variaciones de velocidad radial (RV). El objetivo era detectar la influencia de Venus sobre el Sol.

A diferencia de las observaciones nocturnas de las estrellas, la observación del Sol tiene la ventaja de que, mientras medimos las RV, también tenemos unos satélites observando con gran detalle la superficie del Sol, esto permite discriminar entre las variaciones de RV causadas por manchas solares, eyecciones, granulación y fáculas y lo que es el efecto debido a la gravedad de Venus.

LCST es un telescopio de 76 mm de diámetro completamente automatizado que cada día, por medio de una fibra óptica, envía la luz del Sol al espectrógrafo HARPS-N. Esto hace que HARPS-N no deje nunca de funcionar (día y noche). Desde que se empezaron a analizar los primeros datos de LCST, se ha formado una amplísima comunidad de astrónomos que investigan a fondo los nuevos problemas y la ciencia que se puede conseguir con este simple instrumento, del cual ya se hicieron copias para otros observatorios donde hay espectrógrafos de alta resolución.

### LOCNES

El interés por las observaciones del Sol como si fuera una estrella (para poder diferenciar los efectos gravitacionales de los efectos debidos a la atmósfera

de la estrella en las variaciones de velocidad radial) no podía dejar atrás las partes infrarrojas del espectro. En el TNG, gracias a GIANO-B y a GIARPS podemos observar simultáneamente desde el visible hasta el infrarrojo cercano y por eso se ha construido otro pequeño telescopio solar que pueda enviar al mismo tiempo la luz del Sol hacia HARPS-N y GIANO-B. Una colaboración entre el INAF y el TNG ha permitido la construcción del telescopio LOCNES (*Low Cost Near infrared Extended Solar*). Las características son similares a las de LCST, pero se ha optimizado para poder observar en el visible y en el infrarrojo cercano y enviar la luz del Sol al mismo tiempo hacia GIANO-B y HARPS-N. Los efectos sobre las variaciones de velocidad radial debidas a la actividad de la atmósfera solar son más suaves en el infrarrojo cercano y esto permitirá discriminar mejor entre los efectos gravitacionales y los de la actividad atmosférica solar.

### EL TNG Y LA COMUNIDAD CIENTÍFICA

El TNG ha nacido principalmente como una herramienta de servicio para la comunidad astronómica italiana y la mayoría de las noches son administradas por el Istituto Nazionale di Astrofisica. Sin embargo, con el objetivo principal de promover la colaboración científica internacional, el TNG también se ofrece a las comunidades astronómicas de muchos otros países a través de variados canales de colaboración.

El TNG ofrece diferentes modos de observación para distintos programas científicos. Además del clásico modo Visitante, donde los observadores son instruidos sobre las técnicas más apropiadas para las observaciones que proponen, el personal residente puede hacer observaciones en nombre de los astrónomos que no puedan venir a La Palma o necesiten observaciones con una frecuencia particular que requeriría demasiados viajes para alcanzar su objetivo.

Además, la flexibilidad para cambiar de un instrumento a otro, requiriendo como máximo un cuarto de hora, permite a los astrónomos de soporte proporcionar la observación casi inmediata de fenómenos particulares que pueden ocurrir repentinamente. Este modo, conocido como *Target of Opportunity* (ToO), permite a los astrónomos reaccionar a la explosión de una supernova o GRB, por ejemplo, y detener la observación actual para llegar rápidamente al objeto. Gracias a sus instrumentos, el TNG está también involucrado en uno de los proyectos de observación más importantes de la astrofísica moderna: las observaciones y el estudio de las contrapartidas ópticas (y hasta el infrarrojo cercano) de los eventos que originan las ondas gravitacionales.

### EL TNG Y LA DIVULGACIÓN

Una pequeña fracción del tiempo del telescopio está también dedicada a la didáctica. Estudiantes de secundaria, de diversas universidades y ganadores de las Olimpiadas Italianas de Astronomía, pueden hacer sus propias observaciones y, siempre guiados por nuestros astrónomos, pueden dar sus primeros pasos en la reducción científica y el análisis de los datos obtenidos. Dentro de la divulgación y la didáctica se engloban también las diferentes visitas al telescopio, las charlas o talleres de astronomía impartidos por nuestros astrónomos para los estudiantes de diferentes centros educativos de la isla de La Palma o de varios países europeos; y eventos abiertos al público, como por ejemplo el *streaming* con motivo del Tránsito de Mercurio en 2019.

GLORIA ANDREUZZI, HRISTO STOEV,  
ADRIANO GHEDINA y ENNIO PORETTI  
Equipo del TNG

La Vía Láctea sobre el Telescopio Nazionale Galileo (TNG). © Daniel López/IAC



El Telescopio Óptico Nórdico (NOT) en una noche de luna llena. © Daniel López/IAC

# NOT, 35 años del gran telescopio nórdico



Situado en la zona más elevada del Observatorio del Roque de los Muchachos, se alza imponente sobre un mar de nubes el Telescopio Óptico Nórdico (NOT), que está detrás de muchos de los hitos científicos del ORM, con más de cien publicaciones al año en revistas con árbitro. Inaugurado en 1989, actualmente es propiedad de la Universidad de Turku (Finlandia) y su operación es responsabilidad de la Universidad de Aarhus (Dinamarca), en consorcio con otras universidades nórdicas. España, por los Acuerdos Internacionales, y otros países también pueden solicitar tiempo de observación con este telescopio. En junio de 2022, un encuentro científico celebrado en La Palma se centró en el uso actual y futuro del NOT, así como en su función educativa.

Con un espejo primario de 2,6 m de diámetro, el NOT se mueve sobre sus ejes vertical y horizontal, bajo un control absoluto por ordenador. El edificio, que es bastante ligero, rota con el telescopio mismo. Está diseñado para tomar excelentes imágenes tanto en el visible como en el infrarrojo cercano, por lo que las superficies ópticas son de alta calidad y pueden afinarse para proporcionar una respuesta óptima. El edificio está diseñado para evitar cualquier perturbación de fuentes de calor. La cúpula se enfría durante el día y se regula con aire ambiental al inicio de la noche por medio de unas grandes compuertas, una característica adoptada más tarde por todos los telescopios.

Debido a estas características y a su localización ideal en el observatorio, el NOT proporciona de forma permanente imágenes excepcionales del cielo nocturno. En la medida de lo posible, las observaciones se programan para aprovecharse de las mejores condiciones. El NOT está al servicio de las comunidades astronómicas nórdicas, así como de España, aunque también pueden solicitar tiempo de observación astrónomos de otros países. Un Comité independiente evalúa todas las propuestas, promoviendo la competencia para obtener noches en el telescopio.

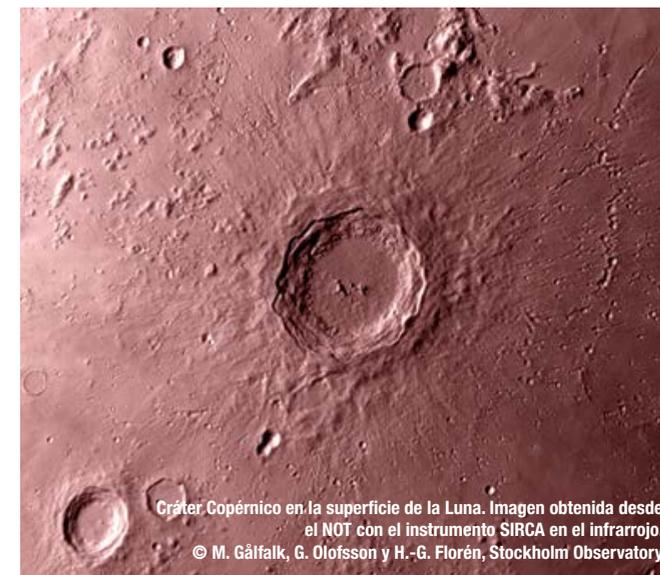
## HISTORIA

El Telescopio Óptico Nórdico fue propuesto por primera vez en 1980 por los profesores **Bengt Strömgren** y **Anders Reiz**, quienes obtuvieron financiación de la Fundación Carlsberg para estudiar la viabilidad de un telescopio de 2,5 m. **Torben Andersen** completó este estudio y, tras varias revisiones, el proyecto se hizo realidad a finales de 1983, cuando el Consejo de Ministros Nórdicos y los cuatro consejos de investigación nórdicos (Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia) aseguraron la financiación. Así, en enero de 1984 se fundó la Asociación Científica del Telescopio Óptico Nórdico (NOTSA); Islandia se uniría en 1997. Su primer director fue **Arne Ardeberg**, de la Universidad de Lund.

Tras decidir su ubicación en el recién creado Observatorio en La Palma, el telescopio se inauguró en 1989, y en 1990 comenzaron las observaciones periódicas. Los primeros años de funcionamiento demostraron las excelentes cualidades básicas del telescopio y del emplazamiento, pero las deficiencias en la instrumentación y el personal insuficiente para las operaciones en La Palma todavía impidieron que el telescopio alcanzara su máximo potencial.

**Vilppu Pirola**, de la Universidad de Turku, asumió el cargo de director en 1995, el presupuesto y las operaciones de NOTSA se reorganizaron centrándose en la producción científica. Se reclutó personal científico y técnico adecuado en La Palma, encabezado por un astrónomo experimentado, **Hugo Schwarz**, y un programa ambicioso y sistemático llevó las operaciones del NOT a los estándares internacionales. Al mismo tiempo, los Asociados financiaron un programa conjunto para equipar el telescopio con un conjunto versátil de instrumentos ópticos y de infrarrojo cercano de última generación. Como resultado, el interés científico y la reputación del NOT aumentaron constantemente, como se refleja en las listas anuales de publicaciones basadas en datos del NOT. Un paso con visión de futuro en este período fue unirse a la Red de Coordinación de Infraestructura OPTICON, financiada por la Unión Europea, que involucró al NOT (y a la astronomía nórdica en general) en las iniciativas para promover una mayor sinergia y coordinación en la astronomía terrestre europea.

Por lo tanto, en 2002, NOT ya era una operación exitosa y bien establecida, cuando **Johannes Andersen** se convirtió en director. Continuaron las mejoras graduales en la instrumentación (nuevos detectores; una ubicación estable para el espectrógrafo de alta resolución FIES), y las reservas financieras también permitieron revisar y renovar completamente los sistemas de control y enfriamiento del telescopio, asegurando su funcionamiento durante un par de décadas más. Paralelamente, se llevó a cabo un programa sostenido para documentar y racionalizar las operaciones de telescopios,



Cráter Copérnico en la superficie de la Luna. Imagen obtenida desde el NOT con el instrumento SIRCA en el infrarrojo.  
© M. Gálfaik, G. Olofsson y H.-G. Florén, Stockholm Observatory



Panorámica del telescopio NOT y su edificio anexo en el ORM.  
© Daniel López / IAC



La cúpula del NOT y el cielo de noche. © Diana Juncher/AU/NOT

instrumentos y flujo de datos a fin de mejorar la eficiencia, flexibilidad y confiabilidad de las operaciones y el valor científico de los datos a corto y largo plazo. Los resultados científicos notables incluyen el monitoreo a largo plazo de estrellas activas y la respuesta rápida a eventos en los entonces campos emergentes de explosiones de rayos gamma y exoplanetas. También se elaboró un programa de actividades de formación, incluido un programa ampliado para estudiantes de investigación. En 2013, Johannes Andersen se jubiló y

**Thomas Augusteijn**, astrónomo responsable desde 2002 y más tarde subdirector, asumió la dirección.

En abril de 2019 NOTSA y las universidades de Turku (UTU) y Aarhus (AU) firmaron un acuerdo para la transferencia de las instalaciones y operaciones del telescopio. Como parte de este proceso, sendas delegaciones de la UTU y la AU se desplazaron a La Palma para participar en el acto con el descubrimiento de dos placas con los logotipos de ambas instituciones que simbolizan el inicio de una nueva etapa para el telescopio nórdico.

#### INSTRUMENTOS

NOT está equipado con un conjunto de instrumentos diseñados para optimizar su rendimiento en proyectos donde puede ser competitivo. La combinación de cámara visible y espectrógrafo que conforma **ALFOSC** ofrece un amplio y flexible conjunto de modos de observación; se puede disponer de forma simultánea de imagen directa y espectroscopía, tanto individual como multiobjeto.

**NOTCam** es la contrapartida en el infrarrojo cercano a ALFOSC, y ambos instrumentos tienen una gran demanda para la realización de programas de observación que abarcan desde la cosmología hasta el Sistema Solar. Como complemento a ambas se tiene un espectrógrafo échelle de alta resolución, **FIES**, ideal para trabajos detallados en objetos brillantes, y que ofrece resoluciones de hasta ~67 000. Ubicado en un edificio separado en un ambiente controlado, proporciona una estabilidad en las medidas de velocidad radial de ~4 m/s. Está en desarrollo una mejora adicional del espectrógrafo, con el objetivo de optimizar aún más la estabilidad de las medidas de velocidad radial, así como un modo de espectropolarimetría. FIES se alimenta mediante fibra óptica, lo que hace que esté permanentemente disponible para un amplio rango de proyectos que requieren de flexibilidad en el calendario de observaciones.

A través de un acuerdo con el Instituto Niels Bohr en Copenhague (Dinamarca), se está desarrollando un nuevo instrumento fundamental para el futuro del telescopio, el NOT Transient Explorer (**NTE**) que verá la luz en 2025, previsiblemente. Este espectrógrafo de alta resolución, diseñado a partir del exitoso X-shooter del Very Large Telescope (VLT)



Imagen de la Nebulosa Ojo de Gato obtenida con el NOT donde se aprecian todos sus componentes. © Romano Corradi/AU/NOT



Imagen de la Nebulosa planetaria de los Auriculares (Headphones Nebula) a 1.600 años luz de la Tierra. Se aprecian la enana blanca central (en azul) y varias galaxias al fondo. © Nicholas Emborg Jannsen/AU/NOT



Imagen obtenida con ALFOSC en el NOT de la galaxia NGC 4388 y la supernova SN 2023fyq, ún. © Benjamin Nobre Hauptmannes/AU/NOT



Imagen obtenida con ALFOSC en el NOT de una estructura de hidrógeno en el centro de la Nebulosa del Corazón. © Anders Thygesen y Benjamin Nobre Hauptmann/AU/NOT

de ESO, proporcionará simultáneamente capacidades ópticas y en el infrarrojo cercano. Montado permanentemente en el foco Cassegrain del NOT, estará disponible de inmediato en cualquier momento y permitirá una programación flexible y óptima.

#### RESULTADOS RELEVANTES

Un telescopio de tamaño medio no puede ser competitivo en todos los campos, sino que debe centrarse en las fortalezas de su comunidad de usuarios. La ciencia en el NOT refleja esto.

En cosmología, NOT contribuye con nuevos resultados sobre los remanentes visibles de las enigmáticas explosiones de rayos gamma, las explosiones más energéticas observadas hasta ahora en el Universo. Además, NOT contribuye al estudio de supernovas del tipo Ia, las "candelas estándares" que revelan la misteriosa energía oscura que influye sobre la expansión del Universo. Estos y otros proyectos combinan datos del NOT con observaciones realizadas desde el espacio en otras longitudes de onda.

Una especialidad del NOT en el estudio de estrellas es el seguimiento espectroscópico multi-anual de manchas y campos magnéticos sobre las superficies de estrellas activas similares al Sol. La fotometría de alta velocidad realizada con ALFOSC ha permitido detectar numerosos pulsares, arrojando luz sobre cómo es su estructura interna mediante la técnica de la astrosismología.

Finalmente, la exquisita calidad de imagen del NOT se ha utilizado para estudiar cuerpos del Sistema Solar, desde la superficie de Mercurio hasta la detección de nuevas lunas en Urano y Neptuno. De hecho, algunas de estas últimas se han nombrado como dioses nórdicos en reconocimiento del papel del NOT en su detección y en la medida de sus órbitas. También se miden con el NOT las órbitas y formas de asteroides que podrían impactar con la Tierra en un futuro.



De izquierda a derecha, Thomas Augusteijn, director del NOT, Ulrik Uggerhøj, jefe del Departamento de Física y Astronomía de la AU, y Kalle-Antti Suominen, vicerrector de Investigación de la UTU, durante la ceremonia de cambio de propiedad del NOT. © IAC/NOT

#### FUTURO

El concepto original del NOT era una instalación general independiente para proyectos de observación de astrónomos nórdicos. El contexto científico y organizativo en el que opera hoy es muy diferente al de sus primeros años. Una nueva generación de megainstalaciones europeas (incluso globales) en longitudes de onda óptica, infrarroja y de radio domina la escena. Los telescopios más pequeños, como el NOT, deben especializarse y coordinar sus operaciones a nivel europeo para poder ser científica y financieramente competitivos.

Así, gracias a sus operaciones flexibles desarrolladas durante la última década, el NOT es extremadamente adecuado para estudios de objetos que aparecen de manera impredecible (estrellas que explotan como supernovas, contrapartidas electromagnéticas de fuentes de ondas gravitatorias y NEOs potencialmente peligrosos) que requieren observaciones a un ritmo rápido. La comunidad astronómica del NOT ha desarrollado una amplia trayectoria en la clasificación y seguimiento de dichos eventos astrofísicos transitorios y de objetos del Sistema Solar.

Por su parte, y como se ha mencionado, el nuevo instrumento NTE se montará de forma permanente, y junto con el espectrógrafo FIES, el NOT proporcionará un conjunto de instrumentación altamente versátil, efectivamente disponible en todo momento, permitiendo flexibilidad y una programación óptima de observaciones de fuentes transitorias, variables y estacionarias.

Por lo tanto, vemos el futuro del NOT como una herramienta especializada en la panoplia de instalaciones disponibles para la astronomía europea, centrada en campos científicos donde pueda servir de manera óptima a los mejores equipos científicos nórdicos y europeos, y en concierto con telescopios que ofrezcan capacidades complementarias. Todo ello sin olvidar nuestro compromiso de continuar los programas educativos que se llevan a cabo con el NOT desde sus orígenes.

THOMAS AUGUSTEIJN  
Director del NOT



El SST, en el Observatorio del Roque de los Muchachos. © Daniel López/IAC

# SST, el telescopio solar sueco



En 1969, destacados físicos solares europeos crearon JOSO (siglas de Joint Organization for Solar Observations), con el fin de promover la cooperación internacional y encontrar un lugar excelente para la instalación de telescopios solares. Tras numerosas prospecciones, esta organización demostró que las cumbres de Tenerife y La Palma ofrecían las mejores condiciones para ello. En 1971, sobrevolaron el Roque de los Muchachos en avioneta y midieron las turbulencias atmosféricas, así como las variaciones de temperatura. Y el 2 de julio de 1972, los astrofísicos **Göran Hosinsky**, **Lars Staveland** y **Hubertus Wöhl** hicieron desde allí las primeras observaciones astronómicas del Sol. Así, en 1980, y gracias a grandes donaciones de la Sra. **Margareta Dahlberg** y la **Fundación Knut y Alice Wallenberg**, fue cuando se trasladó a La Palma la Estación Sueca de Investigaciones Astrofísicas, que había sido fundada en 1951 por el profesor **Yngve Öhman** en la isla italiana de Capri y que participaba en la red internacional para la vigilancia de la actividad solar.

Fue así cómo la Real Academia Sueca de Ciencias, de la que dependía la Estación Sueca de Investigaciones Astrofísicas, estableció sus telescopios en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Nuestro primer gran telescopio solar (el SVST, de *Swedish Vacuum Solar Telescope*) funcionó en la Palma de 1985 a 2000, y ayudó a revolucionar las observaciones solares debido a su alta resolución espacial. El actual telescopio solar del Roque (el SST, de *Swedish Solar Telescope*), con 1 m, el doble de abertura que el SVST, vio por primera vez la luz en marzo de 2002, e inmediatamente comenzó a revelar detalles de estructuras solares nunca vistos antes.

## EL TELESCOPIO

El SST, perteneciente y operado por el Instituto de Física Solar (ISP), de la Real Academia Sueca de Ciencias, es uno de los telescopios solares más grandes del planeta. También fue en su momento el mayor telescopio solar de Europa –sigue siendo el segundo en la actualidad, tras el Gregor alemán de 1,5 m del Observatorio del Teide, en Tenerife– y uno de los mejores del mundo en lo referente a su alta resolución espacial. En su excelente localización en el Observatorio del Roque de los Muchachos, este telescopio combina una alta calidad óptica, ópticas adaptativas y técnicas avanzadas para la reconstrucción de imágenes, permitiendo el estudio de estructuras solares con detalles sin precedentes. El SST ha alcanzado el límite soñado de los telescopios solares, llegando a una resolución de 0,1 segundos de arco en el azul, lo que corresponde a 70 km sobre la superficie solar.

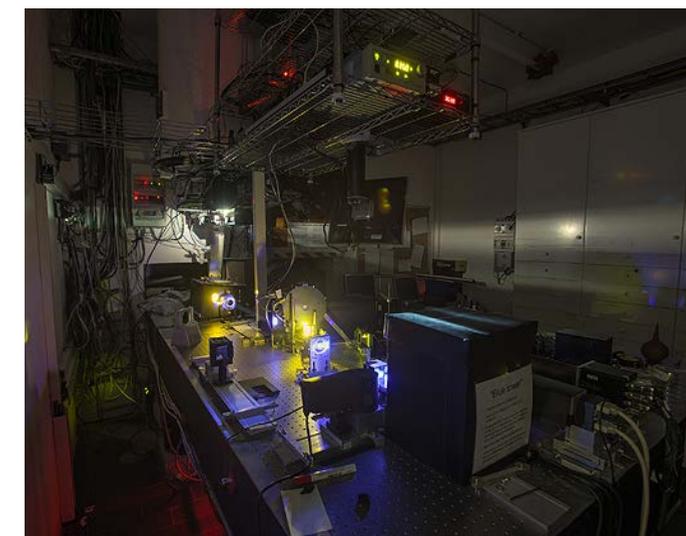
El SST es un telescopio refractor, con un diseño óptico único. Su lente hecha de sílice fundida (cuarzo sintético) tiene un diámetro total de 1,07 m y una abertura efectiva de 0,97 m. La luz se envía al sótano del edificio mediante dos espejos de 1,4m emplazados en la torreta en lo alto de la torre. El tubo del telescopio trabaja a vacío para evitar la degradación de la imagen por el aire caliente. La parte inferior del tubo se refrigera mediante agua fría para evitar daños debidos al calor producido por la radiación solar. La imagen producida por una sola lente es de mala calidad porque los diversos colores se enfocan a diferentes distancias de la lente. El SST salva este problema dirigiendo la luz a un corrector Schupmann, que reúne todos los colores en un único foco. El obstáculo principal para las observaciones solares es la atmósfera terrestre, cuya falta de homogeneidad y turbulencia producen imágenes borrosas, incluso en los excepcionales cielos de La Palma. La mayoría de estos problemas se pueden corregir con óptica adaptativa. Así, el SST cuenta con un espejo adaptativo que se deforma hasta dos mil veces por segundo. Las imágenes resultantes se someten a un proceso de reconstrucción con técnicas de cálculo, desarrolladas para este propósito.

## INSTRUMENTACIÓN

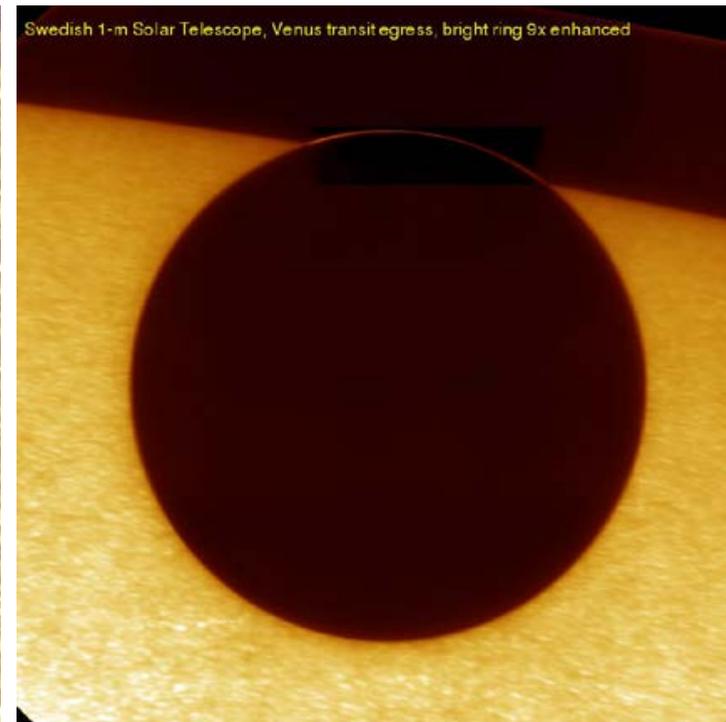
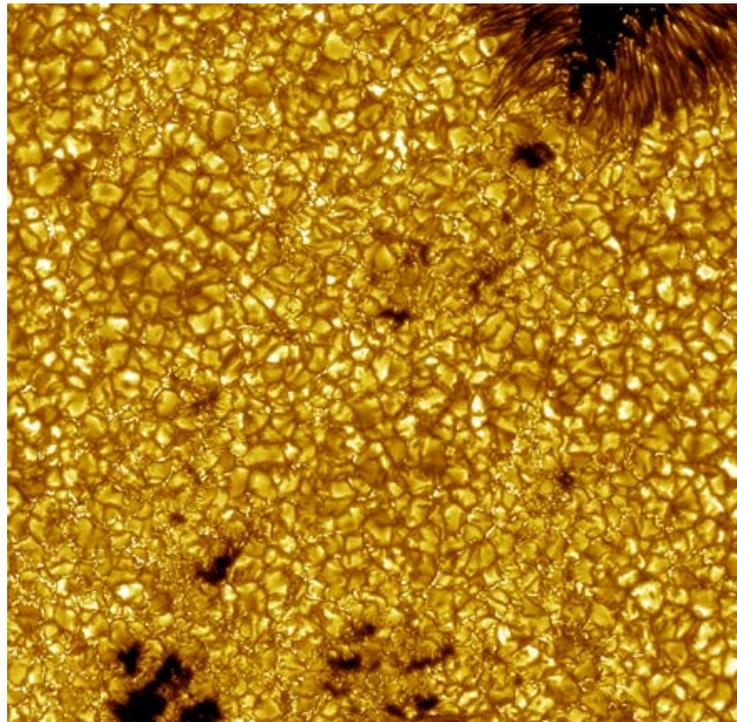
La instrumentación científica se coloca sobre bancos ópticos en un entorno de laboratorio, y de esta forma se puede cambiar con facilidad. Los observadores pueden componer la disposición óptica adaptada a la investigación específica que se vaya a llevar a cabo.



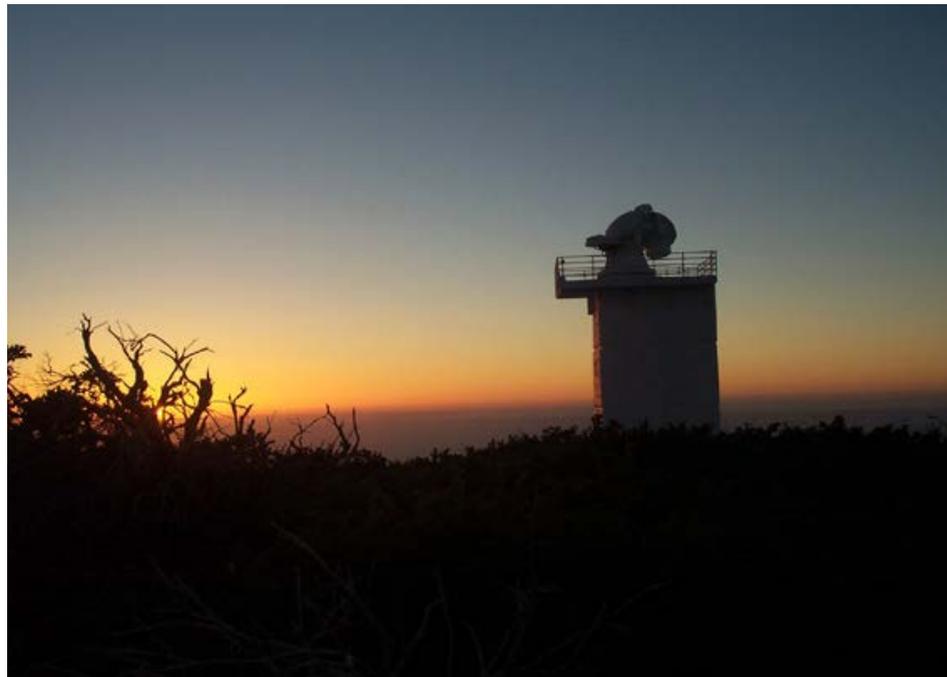
Torre del Telescopio Solar Sueco (SST) © Goran Scharmer/ISP.



Banco óptico del SST. © Daniel López/IAC



Arriba a la izquierda, imagen de alta resolución de la granulación solar © Vasco Henriques/SST/ISP. A la derecha, imagen del tránsito de Venus sobre el disco solar. © SST/ISP. Abajo a la derecha, el telescopio SST cerrado por la noche © Dan Kiselman/ISP. A la izquierda, portada de *Nature* del 29 de julio de 2004 con la imagen de las espículas solares obtenida con el SST.



En uno de los bancos ópticos, las cámaras digitales toman imágenes en rangos estrechos de longitud de onda (colores), mostrando cada uno de ellos diferentes clases de fenómenos a diversas alturas en la atmósfera solar. El rayo de luz se puede desviar a otro banco óptico en donde se encuentra un espectrógrafo (el instrumento **TRIPPEL**), que adquiere espectros que se pueden utilizar para medir propiedades físicas, como la velocidad del gas solar. Los campos magnéticos solares se pueden medir con la ayuda de la polarización de la luz. Debido a la dificultad de estas mediciones, se requieren instrumentos de alta precisión y una imagen solar nítida y estable.

La instalación de instrumentación polarimétrica avanzada se realizó por primera vez con el instrumento **CRISP** en 2008, un espectropolarímetro de imágenes que permite medir el campo magnético solar con una mayor resolución y precisión. CRISP se ha actualizado de varias maneras desde entonces, con casi 400 artículos científicos publicados que se basan en datos obtenidos con él. En 2024, el antiguo instrumento CRISP será reemplazado por el nuevo **CRISP2**, más moderno y capaz.

Otro de los instrumentos destacados del telescopio es **CHROMIS** (*CHROMospheric Imaging Spectrometer*), un sistema de filtro dual Fabry-Pérot, similar a CRISP (pero sin polarimetría) y diseñado para su uso en longitudes de onda en el rango de 380-500 nm. En particular, CHROMIS está optimizado para su uso en las líneas espectrales Ca II H y K, que se forman en la cromosfera superior del Sol.

## RESULTADOS

Con el SVST se hicieron excelentes observaciones de granulación, manchas solares y campo magnético en la atmósfera solar. También, observaciones planetarias, como la de Júpiter con motivo de la entrada de la sonda *Galileo* en su órbita en 1995, y obtención de medidas de polarización como apoyo a la misión espacial SOHO para la observación del Sol.

Los primeros datos obtenidos con el SST revelaron inmediatamente estructuras solares no vistas antes. Los filamentos que forman la penumbra de las manchas solares mostraron núcleos oscuros, y en regiones cercanas a las manchas se encontraron estructuras estrechas y oscuras, apodadas ‘hairs’ y ‘canals’, descubrimientos que han estimulado investigaciones teóricas que finalmente podrán ayudarnos a entender la verdadera estructura de las manchas solares. Se publicó en la revista *Nature* en noviembre de 2002 ¡solo cinco meses después de la primera luz del telescopio!

Las imágenes cerca del borde del disco solar, donde se tiene una perspectiva diferente de la superficie solar, mostraron las llamadas fáculas solares con tal nivel de detalle que ayudaron a los científicos solares a entender en qué consiste realmente este fenómeno. Las fáculas solares son importantes para justificar las variaciones de la energía solar emitida que se han medido desde los satélites.

El tránsito de Venus sobre el disco solar el 8 de junio de 2004 fue un acontecimiento único que proporcionó una vista espectacular de la atmósfera del planeta.

También en 2004, el SST fue protagonista de la edición de *Nature* del 29 de julio. Los datos recogidos con este telescopio fundamentaban, en parte, un artículo en el que se aclaraba el origen de las espículas solares. “Explicados los chorros solares. Cómo las ondas sonoras causan las espículas” fue el título central de la portada de la revista, ilustrada con una foto de las espículas solares obtenida con el SST. Las espículas son una de las manifestaciones del magnetismo solar, como las manchas, las granulaciones, las protuberancias o el viento solar. Consisten en chorros de plasma lanzados a través de la atmósfera del Sol, a una velocidad aproximada de 90.000 km/h, y que llegan incluso a su parte más externa, la corona. Cada una de ellas alcanza una longitud aproximada de 3.000 km. Descubiertas en 1877 por Angelo Secchi, habían permanecido sin explicación durante mucho tiempo, en parte debido a la dificultad de las observaciones para objetos con una vida corta (alrededor de 5 min) y de tamaño relativamente pequeño (inferior a 500 km). Ninguno de los modelos existentes hasta ese momento había podido dar cuenta simultáneamente de su ubicación, evolución, sistema de energía y -la recientemente descubierta- periodicidad. Una combinación de modelos numéricos y observaciones de alta resolución del SST y el satélite TRACE de la NASA, demostró que las espículas están causadas por ondas de choque formadas cuando las ondas de sonido de la superficie solar penetran a través de una zona de amortiguación y “gotear” en la atmósfera solar. Una vez desvelados sus orígenes, será posible estudiar si la masa que transportan las espículas hacia la corona contribuye al viento solar, y de qué modo.

Otros hitos de este telescopio han sido: el descubrimiento de flujos en forma de vórtices a pequeña escala en la fotosfera; la detección de ondas de Alfvén en las capas inferiores de la atmósfera solar, en el año 2009; la detección en la superficie del disco solar de las contrapartidas a las espículas de Tipo II; el análisis de los flujos convectivos descendentes en la penumbra de las manchas solares, en 2011; el descubrimiento de movimientos de torsión en las espículas de Tipo II; los tornados magnéticos como canalizadores de energía a la corona solar; y las observaciones de los tránsitos de Mercurio en los años 2016 y 2019.

El trabajo de este telescopio y su instrumentación asociada, en continua modernización y mejora, está ayudando a solucionar muchas de las incógnitas relativas tanto a las manchas solares como a la concentración de campos magnéticos a pequeña escala. Asimismo, la mejora del conocimiento de la atmósfera solar mediante excelentes observaciones y refinadas teorías beneficiará también al estudio de otras estrellas y otros objetos astrofísicos.

JORRIT LEENAARTS  
director del ISP  
GÖRAN SCHARMER

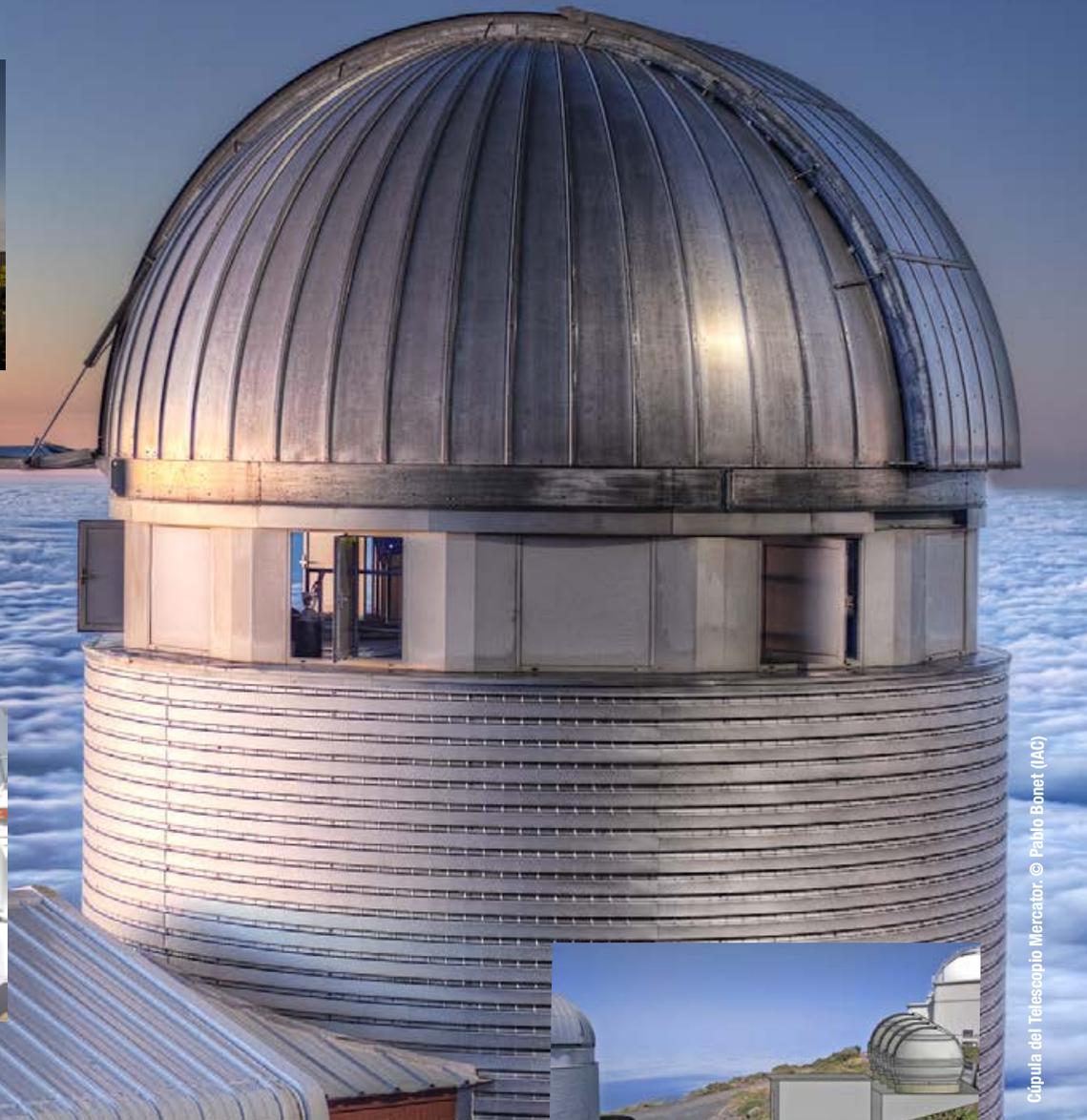
Ex director del ISP, profesor adjunto de  
la Universidad de Estocolmo.



Edificio del Telescopio Mercator. © Daniel López/IAC



Telescopio Mercator. © Miguel Briganty (IAC)



Cúpula del Telescopio Mercator. © Pablo Bonet (IAC)

Impresión artística de MERCATOR (a la izquierda) y MARVEL.  
© MERCATOR Telescope

# MERCATOR, un telescopio muy versátil



Propiedad del Instituto de Astronomía de KU Leuven (Universidad de Lovaina, Bélgica), MERCATOR es un telescopio semi-robótico de 1,2 m que fue inaugurado en el Observatorio del Roque de los Muchachos en 2003. Su flexible esquema operativo permite optimizar campañas de seguimiento detalladas en escalas de tiempo muy diferentes.

El nombre dado al telescopio proviene de **Gerardus Mercator** (1512-1594), quien estudió y enseñó en la Universidad de Lovaina en el siglo XVI e inventó la proyección de Mercator. Las principales áreas astrofísicas que cubre este telescopio están relacionadas con una amplia gama de fenómenos variables observados en estrellas y galaxias en diferentes escalas de tiempo. Gracias a nuestros dos modernos instrumentos, HERMES y MAIA, el telescopio MERCATOR proporciona datos de alta calidad complementarios a los que pueden proporcionar las grandes instalaciones terrestres internacionales y las misiones espaciales.

**Christoffel Waelkens**, primer director del telescopio, destacaba en la inauguración del mismo su originalidad, puesto que para determinados estudios no se necesita coleccionar muchos fotones y, por tanto, grandes telescopios, pero sí se precisa una atención continua y detallada, como la que puede brindar MERCATOR.

Nuestro eficiente espectrógrafo óptico de alta resolución **HERMES** (*High Efficiency and Resolution Mercator Echelle Spectrograph*), alimentado por fibra óptica, se emplea para estudiar la composición química de las atmósferas estelares y derivar la velocidad de las estrellas. En 2015 permitió descubrir la compañera oculta de la estrella delta Cephei, prototipo de las Cefeidas, estrellas variables utilizadas para medir grandes distancias en el Universo. También con HERMES, los investigadores han descubierto una estrella que probablemente se convierta en un magnetar. Los magnetares son los imanes más fuertes del Cosmos. Estas estrellas muertas muy densas con campos magnéticos extremadamente potentes se pueden encontrar en toda nuestra galaxia, pero los astrónomos no saben exactamente cómo se forman. Este hallazgo marca el descubrimiento de un nuevo tipo de objeto astronómico: estrellas magnéticas masivas de helio. También ha sido uno de los instrumentos utilizados para demostrar que los planetas gigantes podrían alcanzar su «madurez» mucho antes de lo que se pensaba. Recientemente, se ha identificado un agujero negro estelar de 33 masas solares en la Vía Láctea, el agujero negro estelar más masivo hasta la fecha en nuestra galaxia. La masa de este agujero negro, descubierto con datos de la misión espacial Gaia de la ESA, fue confirmada con observaciones de HERMES y otras observaciones espectroscópicas terrestres.

Por su parte, la cámara **MAIA** (*Mercator Advanced Imager for Asteroseismology*) es un instrumento fotométrico de tres canales optimizado para estudios de variabilidad rápida y astrosismología. Permite detectar los más mínimos cambios en el brillo de las estrellas, que son

el resultado de oscilaciones estelares, y hacerlo en tres rangos de longitud de onda separados simultáneamente. De la variabilidad que muestran algunas estrellas se puede derivar su estructura interna de manera muy similar a cómo la geofísica deduce la de la Tierra a partir de observaciones de terremotos, y su estudio permite deducir la estructura interna de las estrellas. Al estudiar estrellas de diferentes edades, desde jóvenes hasta viejas, también podemos derivar los cambios en su estructura y evolución. Estos estudios astrosismológicos de estrellas requieren muchas observaciones convenientemente repartidas en el tiempo. Y MERCATOR es idóneo para ello.

En 2023, los datos del satélite TESS de la NASA combinados con los del telescopio MERCATOR y la misión espacial Gaia de la ESA permitieron a un equipo de investigación liderado por la Universidad de Lovaina y en el que participaba el IAC determinar con un nivel de precisión sin precedentes la masa, la edad y el perfil de rotación del núcleo de una estrella masiva pulsante denominada HD 192575, así como inferir también con precisión la cantidad de elementos químicos en su interior y la masa de su núcleo, que son clave para predecir la evolución futura de la estrella y su explosión como supernova.

El estudio de las estrellas binarias es una parte esencial de la astrofísica estelar y otro campo de interés con MERCATOR. Los sistemas binarios no solo son responsables de objetos espectaculares como supernovas de tipo Ia, supernovas sublumínicas, fuentes de ondas gravitatorias y explosiones de novae, sino también de sistemas menos energéticos, como estrellas B subenanas, estrellas de bario, etc. Las explosiones expulsan elementos químicos como el hierro al Universo que luego son la base de la formación de los planetas. Además, los procesos de interacción binaria también influyen en la configuración de las nebulosas planetarias. Por tanto, juegan un papel fundamental en la comprensión de la evolución estelar y la evolución química del Cosmos. Y nuestros programas con MERCATOR contribuyen a resolver estas cuestiones.

Además de ser fuente de datos astronómicos para la comunidad astrofísica, MERCATOR es asimismo un entorno de enseñanza único para formación de estudiantes y actividades de divulgación.

Y de cara al futuro, como complemento a las misiones espaciales TESS, PLATO y Ariel, todas centradas en exoplanetas, se ha iniciado la construcción de **MARVEL** como una extensión de MERCATOR. MARVEL consta de un conjunto de cuatro telescopios de 80 cm de diámetro conectados a través de fibra óptica a un solo espectrógrafo échelle de alta resolución, optimizado para mediciones de velocidad radial de extrema precisión. Puede observar las velocidades radiales de cuatro estrellas diferentes a la vez o, alternativamente, combinar el flujo de los cuatro telescopios en un espectro apuntando a un solo objetivo. MARVEL está constituido por KU Leuven, quien lidera la colaboración, con contribuciones del Reino Unido, Austria, Australia, Suecia, Dinamarca y España.

SASKIA PRINS

Astrónoma responsable de MERCATOR

#### REFERENCIAS:

- Shenar T., et al. (2023). "A massive helium star with a sufficiently strong magnetic field to form a magnetar". *Science*, 381, 761.
- Suárez Mascareño, A. et al. (2021). "Rapid contraction of giant planets orbiting the 20 million-years old star V1298 Tau". *Nature Astronomy*.
- Siemen Burssens et al. (2023). "A calibration point for stellar evolution from massive star asteroseismology". *Nature Astronomy*.
- Gaia Collaboration, Panuzzo, P. et al. (2024). "Discovery of a dormant 33 solar-mass black hole in pre-release Gaia astrometry". *A&A*. Abril.



Recreación artística del interior de HD 192575, una estrella brillante con unas 12 veces la masa del Sol. © Gabriel Pérez Díaz, SMM (IAC)



Edificio del LT © Daniel López/IAC



Telescopio Liverpool. © Daniel López/IAC

# TELESCOPIO LIVERPOOL, la autonomía robótica



En 2024, el Telescopio Liverpool (LT), un telescopio óptico-infrarrojo de 2 m de diámetro, celebra veinte años de operaciones científicas plenas. Concebido en la década de 1990 como una empresa conjunta entre la Universidad John Moores de Liverpool (LJMU) y el Observatorio Real de Greenwich, del Reino Unido, este telescopio fue instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos, la elección natural de ubicación dadas sus condiciones de observación de categoría mundial y las sinergias científicas con las otras instalaciones del Observatorio.

El Telescopio Liverpool (LT) es un telescopio óptico-infrarrojo de 2 m de diámetro, propiedad y operado por la LJMU, con el apoyo del Consejo de Instalaciones Científicas y Tecnológicas de la agencia nacional británica de investigación e innovación (UKRI). La característica principal de este telescopio es que es completamente robótico y opera de forma autónoma durante la observación nocturna de objetivos proporcionados por astrónomos de todo el mundo a través de una interfaz web. La rápida reacción que ofrece el control robótico lo convierte en una poderosa herramienta para estudiar el cielo cambiante, como estrellas que explotan inesperadamente y objetos cercanos a la Tierra que pasan rápidamente por el cielo. Un beneficio adicional del funcionamiento robótico es que minimiza el impacto humano en el Observatorio y sus alrededores. No hay astrónomos visitantes ni personal propio en el telescopio, por lo que la huella ambiental del telescopio es mínima.

## ALGUNOS RESULTADOS

El espectro más antiguo de una supernova de tipo Ia. Las supernovas de tipo Ia son explosiones cósmicas de gran importancia en astrofísica, ya que las utilizamos como balizas para medir distancias a las galaxias y así seguir la expansión del Universo. En 2007 se detectó una supernova Ia en la cercana galaxia del Molinete y el espectro obtenido fue el más temprano jamás obtenido (el más cercano en el tiempo a la explosión) para una supernova de este tipo. Esto nos da una idea del tipo de estrella que explotó, lo cual es crucial para comprender estos eventos. ¡Dieciséis años después, se identificó casualmente otra supernova en la misma galaxia! Esta fue la supernova más brillante en más de una década y nuevamente fue captada muy temprano y observada extensamente por el LT. Se espera que sea una de las supernovas más estudiadas de todos los tiempos.

Un tipo diferente de explosión son los eventos masivos conocidos como destellos de rayos gamma. Estos son causados por la colisión de dos estrellas de neutrones o por el colapso de estrellas masivas y son tan brillantes que temporalmente eclipsan a todo el Universo en rayos gamma. La luz de estos eventos se desvanece muy rápidamente, por lo que un telescopio de reacción rápida como el LT es crucial para captar las explosiones. En 2007 hicimos la primera de una serie de mediciones de la luz polarizada procedente de estallidos de rayos gamma: la primera vez que se observaba algo así. Las mediciones se realizaron utilizando una novedosa cámara polarimétrica diseñada y construida por el equipo en Liverpool, y proporcionan una comprensión de los campos magnéticos en los chorros de material arrojados por estos eventos.

Uno de los temas más apasionantes de la astrofísica moderna es el descubrimiento y caracterización de planetas alrededor de otras estrellas. En 2017, el Telescopio Liverpool desempeñó un papel clave en el estudio pionero de siete planetas alrededor de la cercana estrella enana roja Trappist-1. Todos estos planetas tienen aproximadamente el tamaño de la Tierra, y al menos algunos de ellos se encuentran en la "zona habitable" de su estrella, la región en la que la temperatura del planeta permite que haya agua líquida en sus superficies. Esto los convierte en objetivos clave en la búsqueda de vida fuera de nuestro Sistema Solar.



Imagen en falso color de la supernova SN 2023ixf (objeto azul brillante, realizada con datos LT 10:0 tomados al principio del evento. ©2023 Robert Smith, Grupo LT)

CHRIS M. COPPERWHEAT

Astrophysics Research Institute, Liverpool John Moores University

## OBSERVATORIO ESCOLAR

El modelo de operación robótica significa que los usuarios científicos pueden acceder al telescopio desde cualquier parte. Y los fundadores del telescopio se dieron cuenta desde el principio de que cualquier aula del mundo podría tener el mismo acceso al telescopio. Por lo tanto, al inicio del proyecto, LJMU también creó el Observatorio Escolar ([www.schoolsobservatory.org](http://www.schoolsobservatory.org)), una iniciativa educativa cuyo objetivo es proporcionar acceso al telescopio a estudiantes de todas las edades. Miles de escuelas de todo el Reino Unido, Irlanda y España (a través del proyecto PETER del IAC) han participado en el proyecto, solicitando más de doscientas mil observaciones telescópicas. Hoy en día, el Observatorio Escolar está prosperando, con más de tres millones de visitas al sitio web registradas anualmente. Esta web contiene una variedad de recursos para apoyar los planes de estudio escolares y dirigirse a grupos que están subrepresentados en las disciplinas STEM. El Observatorio Escolar está considerado internacionalmente como líder mundial y ha trabajado con organizaciones nacionales en Tailandia, Kenia, Indonesia y en toda Europa para apoyar sus agendas STEM.



Futuras usuarias del Telescopio Liverpool en una de las presentaciones del telescopio en una feria educativa. © LT

El futuro es brillante: el éxito del telescopio ha llevado a la LJMU, al IAC y a la Universidad de Oviedo a colaborar en el desarrollo y construcción del Nuevo Telescopio Robótico (NRT): una instalación sucesora de 4 m que será el telescopio robótico más grande del mundo (ver págs. 148-149). La Palma sigue siendo el lugar ideal para un telescopio de este tipo. La intención es mantener en funcionamiento el actual Telescopio Liverpool y gestionar los dos juntos como una única instalación científica. Esto abrirá nuevas oportunidades científicas y también permitirá que el Observatorio Escolar expanda sus operaciones a una variedad de nuevos países. En los años venideros, el hermoso cielo nocturno de La Palma será estudiado y disfrutado en aulas de todo el planeta, inspirando a una nueva generación.

# SUPERWASP

El Observatorio del Roque de los Muchachos alberga actualmente cinco instalaciones gestionadas por la Universidad de Warwick: **SUPERWASP**, **CLASP** (*Chromospheric Lyman Alpha SpectroPolarimeter*), **Warwick 1.0m**, **Warkick 0.5m** y **GOTO**.

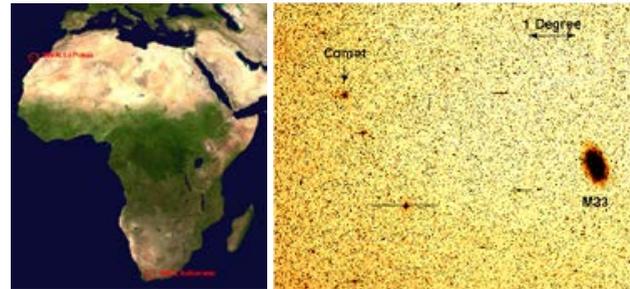
SuperWASP (siglas de *SUPER Wide Angle Search for Planets*) consta de dos observatorios robóticos que funcionan de forma continua durante todo el año, lo que nos permite cubrir ambos hemisferios del cielo. El primero, SuperWASP-North, operado por la Universidad de Queens, está situado en la isla de La Palma, entre el Grupo de telescopios Isaac Newton (ING). El segundo, SuperWASP-South, operado por la Universidad de Keele, está ubicado en el Observatorio Astronómico de Sudáfrica (SAAO). Cada uno de los observatorios consta de ocho cámaras de gran angular que monitorean simultáneamente el cielo en busca de eventos de tránsito planetario. Un tránsito ocurre cuando un planeta pasa frente a su estrella madre bloqueando temporalmente parte de su luz. Las ocho cámaras de gran angular nos permiten monitorear millones de estrellas simultáneamente, pudiendo detectar eventos de tránsito poco comunes. Con casi 200 exoplanetas encontrados, SuperWASP sigue siendo uno de los mayores descubridores de planetas del Universo.

SuperWASP es el principal programa de detección de planetas extrasolares del Reino Unido. Originalmente estaba compuesto por un consorcio de ocho instituciones académicas: la Universidad de Cambridge, el IAC, el Grupo de telescopios Isaac Newton, la Universidad de Keele, la Universidad de Leicester, la Open University, la Universidad Queen's de Belfast y la Universidad de St. Andrews. Actualmente, el proyecto WASP está financiado y operado por la Universidad de Warwick y la Universidad de Keele.

El desarrollo de SuperWASP tuvo su origen en la exitosa serie de COMet CAMeras, del ING durante los años 90. Construidos con componentes baratos, pero con detectores CCD de formato grande, **COCAM** se utilizó para obtener las imágenes del descubrimiento de la cola de sodio del cometa Hale-Bopp. En el año 2000 estuvo funcionando una versión más comercial de la cámara fotográfica para recoger datos que demostrasen las capacidades fotométricas de este tipo de instrumentos. **WASPO** fue un éxito y produjo publicaciones científicas que mostraban que incluso este equipo era capaz de realizar fotometría con una precisión de milésimas de magnitud. WASPO resultó un catalizador para atraer financiación con la que producir un instrumento con mejores prestaciones científicas. Y en 2004 fue inaugurado el primer equipo **SuperWASP** en el ORM.

## Monitor FRAM

El monitor FRAM (*F(Photometric Robotic Atmospheric Monitor)*), operado por el Instituto de Física de la Academia de Ciencias de la República Checa, entró en funcionamiento en 2016 para realizar observaciones astroclimáticas y calibraciones atmosféricas del observatorio de la Red de Telescopios Cherenkov (CTA).



Equipo SuperWASP del ORM. Mapa con la situación de los dos instrumentos SuperWASP norte y sur; y una imagen de M33 y un cometa.

## Otros instrumentos

Además de telescopios, en el Observatorio del Roque de los Muchachos hay una serie de instrumentos, como monitores de seeing automáticos (**DIMMA**, **RoboDIMM** y **TNG-DIMMA**) y varios tipos de cámaras: **CILBO** (Canary Island Long-Baseline Observatory), **AMOS** (All-sky Meteor Orbit System) y **CIMEL** (fotómetro solar de la red AERONET para medir espesor óptico de aerosoles) o las cámaras de todo-cielo para mediciones de brillo de fondo de cielo **PhAIISky**. Además, numerosos medidores de parámetros atmosféricos, incluyendo un sinnúmero de estaciones meteorológicas, el monitor de vapor de agua precipitable o los **LIDAR** del proyecto CTA, entre otros. Finalmente, el ORM acoge también instrumentación geofísica, como una antena **GNSS** geodésica o una estación sísmica, ambos del Instituto Geográfico Nacional (IGN).



RoboDIMM © IAC

# GOTO

En 2017, en un acto académico en el Observatorio del Roque de los Muchachos, fue presentada la instalación científica GOTO (*Gravitational-Wave Optical Transient Observatory*) para la detección en el óptico de fuentes de ondas gravitacionales. El proyecto consiste en una matriz de telescopios: 16 astrógrafos de 40 cm de diámetro y dotados de cámaras CCD de alta sensibilidad, montados de forma conjunta en una estructura robótica. Estos telescopios son capaces de mapear grandes regiones del cielo en busca de fenómenos de tipo transitorio. Están especialmente diseñados para dar una respuesta rápida y automatizada con el propósito de observar contrapartidas ópticas asociadas a las detecciones de ondas gravitacionales por parte de los experimentos LIGO y VIRGO.

GOTO es la primera instalación de los Observatorios de Canarias que cuenta con una conexión de datos de 1Gbps directa entre el telescopio y la Universidad de Warwick, configurada sobre la infraestructura óptica de RedIRIS como una conexión de extremo a extremo, equivalente a un cable directo entre ambos puntos.

El instrumento inicial instalado en el ORM cuenta con cuatro astrógrafos (aunque con capacidad para 8), de 40 cm de diámetro y dotados de cámaras CCD de alta sensibilidad. Estos instrumentos permiten cubrir un campo de unos 5 grados cuadrados cada uno, pudiendo detectar objetos de hasta magnitud 21.

La filosofía del proyecto es que cada instrumento esté compuesto por 8 telescopios en una misma estructura automatizada y protegida por

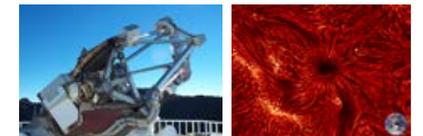


Telescopios GOTO al atardecer en el ORM © Universidad de Warwick

una cúpula de cielo completo, siendo su diseño escalable, adaptable y actualizable, utilizando componentes comerciales para minimizar costos. También está prevista una segunda unidad en el ORM y otra en Australia.

Este proyecto es una colaboración entre el Grupo de Astronomía y Astrofísica de la Universidad de Warwick, del Reino Unido, y el Centro de Astrofísica Monash, de Australia, con financiación de la Monash-Warwick Alliance, del Reino Unido. También colaboran el Armagh Observatory, la Universidad de Sheffield, la Universidad de Leicester y el Instituto de Investigación Astronómica de Tailandia.

## Telescopio holandés DOT



Telescopio DOT e imagen en H alfa de filamentos solares en la alta cromosfera © Fundación DOT



DOT abierto © Pablo Bonet, IAC y cerrado © Daniel López/IAC

DOT (Dutch Open Telescope) o telescopio abierto holandés fue uno de los dos telescopios solares del Observatorio del Roque de los Muchachos y actualmente no operativo. De 45 cm de diámetro, recibió su primera luz en 1997, acto que contó con la presencia de S.A.R. Willem Alexander, Príncipe de Orange. Propiedad de la Fundación DOT, de los Países Bajos, fue un telescopio innovador para obtener imágenes de alta resolución de la atmósfera solar. Un telescopio abierto sobre una torre de acero que no disponía del sistema de vacío usado habitualmente para disminuir las turbulencias atmosféricas causadas por la gran radiación solar que se concentra en el telescopio. Gracias a su estructura, los alisios se usaban para ventilar el telescopio. Fue capaz de producir magníficas películas de la fotosfera y cromosfera gracias a la construcción abierta del telescopio, la excelente ubicación y el restablecimiento de la imagen después de su detección, mediante la sustracción de las perturbaciones de la atmósfera. Combinó observaciones de alta resolución de estructuras magnéticas en la superficie solar con las observaciones de los satélites solares SOHO y TRACE.



Telescopios MAGIC. © Daniel López/IAC



# TELESCOPIOS DE ALTAS ENERGÍAS

Toda la información del Universo nos llega a través de la Luz. Pero hay que tener en cuenta que nuestros limitados sentidos sólo nos permiten detectar una pequeñísima fracción del espectro electromagnético (todos los tipos de luz que existen). Y cada uno de ellos nos ofrece información distinta y complementaria. Desde los energéticos rayos gamma hasta las microondas u ondas de radio, los astrofísicos utilizan toda la información que les llega del Universo para resolver ese maravilloso puzzle en el que vivimos. En el extremo más energético del espectro electromagnético se encuentran los rayos gamma. Como cualquier otro tipo de luz, se desplaza a casi 300.000 km/s para informarnos, en este caso, de los fenómenos más energéticos y violentos del Universo: explosiones de supernova, discos de acreción en agujeros negros, núcleos de galaxias activas... piezas de ese puzzle que es el Universo y que ha comenzado a completarse muy recientemente.

# HEGRA y los orígenes de la Astrofísica de Partículas

HEGRA (*High-Energy-Gamma-Ray Astronomy o Astronomía de Rayos Gamma de Alta Energía*) fue un experimento de astrofísica de partículas que estuvo operativo en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) entre 1987 y 2002. Consistía en varios tipos de detectores para observar partículas secundarias o luz procedente de cascadas de partículas en la atmósfera. Estas cascadas son producidas por rayos cósmicos o rayos gamma en el rango de energías de  $10^{12}$  a  $10^{16}$  electronvoltios (eV).

El origen del experimento HEGRA está relacionado con la detección, en 1983, de una supuesta señal procedente de Cygnus X-3, obtenida por los científicos **M. Samorski** y **W. Stamm**, de la Universidad de Kiel (Alemania). “En la publicación se decía que habían visto una señal suficientemente intensa para los estándares, que parecía ser una emisión de radiación gamma; era una señal de una energía altísima, de  $10^{16}$  eV, que nunca antes se había medido, lo que despertó la curiosidad científica mundial”, recuerda **Victoria Fonseca**, catedrática de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y fundadora del primer grupo de investigación en España en Astrofísica de Altas Energías.

A raíz de este descubrimiento, en 1985 se instaló un primer detector en el ORM que marcaría el inicio del experimento HEGRA. “En una primera fase, se colocaron 37 detectores de centelleo de radiación cósmica –apunta Fonseca–; los instalaron los investigadores que descubrieron esta señal porque pensaron que, a más de 2.000 m de altura, la señal se detectaría mucho mejor que en Kiel, que está al nivel del mar”. Como señala la catedrática de la UCM, la tecnología que utilizaban estos primeros detectores era similar a la que se empleaba en algunos aceleradores de partículas. “Eran cajas que en el Roque llamábamos coloquialmente ‘colmenas’. Una caseta recogía las señales de todos los detectores y así medíamos la energía que tenía la partícula primaria y de dónde venía”.

La UCM, pionera en este campo en España, y el Instituto Max Planck de Múnich se unieron a tan prometedor experimento. Sin embargo, durante los primeros años, las cosas no salieron como esperaban. “Con los 37 detectores originales, la señal que habían visto inicialmente en Kiel no se veía, así que pedimos dinero y montamos un centenar de detectores nuevos para tener un muestreo del frente de la cascada muy grande. Pero el experimento seguía sin funcionar. Nos dimos cuenta –reconoce Fonseca– de que la técnica no era buena y de que posiblemente la detección de Kiel había sido una fluctuación estadística”.

Lejos de abandonar el proyecto, la colaboración siguió probando nuevas tecnologías. “Instalamos otro tipo de detector que medía la luz Cherenkov producida en los frentes de la cascada de partículas y que utilizaban una tecnología muy rápida, del orden de

nanosegundos. Eran fotomultiplicadores de 20 cm de diámetro que funcionaban como ojos abiertos a la luz del cielo nocturno”, explica Fonseca. Y añade: “Este conjunto de detectores, de los que se llegó a instalar un centenar en el ORM, recibieron el nombre de **AEROBICC** (*Airshower Observation By Angle Integrating Cherenkov Counters*).

En 1992, se instaló en La Palma el primer telescopio Cherenkov (**CT1**). Era un telescopio pequeño, que tenía sólo 3 m de diámetro, y lo instalaron científicos del Instituto de Física de Yerevan (Armenia). Llevaban años trabajando en esta tecnología, que era muy similar a la del telescopio Whipple, de 10 m, en Arizona, con el que se detectó, en 1989, la primera emisión de rayos gamma de muy altas energías”.

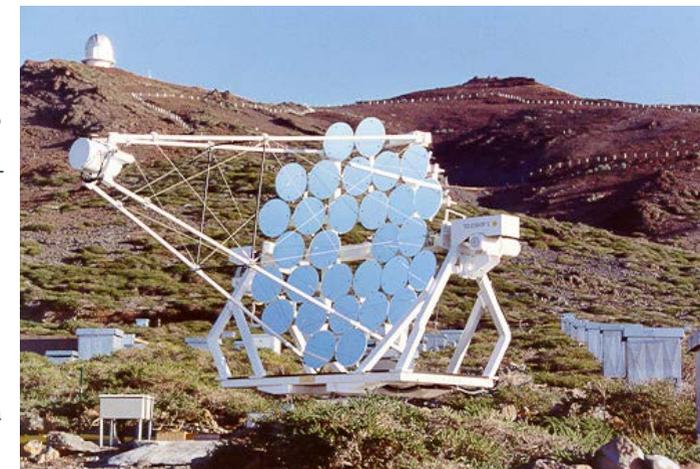
Un acuerdo internacional entre las instituciones que formaban la colaboración y el Instituto de Física de Yerevan permitió al investigador **Rasmik Mirzoyan** salir de su país y mostrar el funcionamiento de este tipo de telescopios. “En Armenia, como estaban bajo dominio ruso –advirtió Fonseca–, no publicaban en las revistas internacionales. Rasmik era un experto en esta tecnología, con la que había estado trabajando desde muy joven, y fue el primer armenio que vino a Europa a experimentar con ella; estuvo un tiempo en Madrid, nos ayudó a montar los telescopios en La Palma y, finalmente, se quedó en Múnich”.

En 1993 entró a formar parte de la colaboración HEGRA el Instituto Max Planck de Física Nuclear de Heidelberg con la intención de crear una red de cinco telescopios Cherenkov aún más grandes, de entre 4 y 9 m, con cámaras de mayor definición para poder medir de forma estereoscópica los frentes de las cascadas. “Es decir, queríamos medir con diferentes instrumentos la misma cascada y, de esa forma, tener más definición en energías y resolución angular, y poder determinar el origen de los fotones procedentes de una fuente. Todos los telescopios apuntaban a una misma fuente simultáneamente y se veía la misma cascada desde diferentes ángulos”, subraya Fonseca.

Durante los años siguientes, se instalaron los cinco telescopios previstos: finalmente, con un espejo segmentado de 3,9 m de diámetro y una cámara de 271 píxeles. Los telescopios **CT2** (1993), **CT3** (1995)

y **CT4, 5 y 6** (1996), junto con el más pequeño construido en 1992, constituyeron el **primer sistema estereoscópico de telescopios Cherenkov del mundo**, que recibió el nombre de *Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes (IACTs)*.

El experimento HEGRA no observó muchos objetos, pero se considera un gran éxito de la astronomía de altas energías, ya que demostró que la técnica estereoscópica funcionaba. También incorporó varios experimentos fallidos. Uno de ellos fueron las denominadas torres de muones, que lideró la Universidad de Wuppertal. “Eran estructuras muy complejas. Una vez entraron en funcionamiento,



El cometa Neowise sobre los telescopios MAGIC y el LST-1, en centro, instalados en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). © Antonio González (Cielos-LaPalma.es)



Los telescopios MAGIC y el LST-1 con la aurora boreal rosada registrada en La Palma el 11 de mayo de 2024. © Antonio González (Cielos-LaPalma.es)

se tomaron datos durante unas horas y luego ya no hubo manera. La persona que llevaba el experimento -cuenta Fonseca- lo abandonó y nadie supo ponerlo de nuevo en funcionamiento”.

Otro experimento que compartió espacio con HEGRA fue el *Cherenkov Light Ultraviolet Experiment (CLUE)*, liderado por el Istituto Nazionale di Fisica Nucleare Sezione de Pisa (Italia). Constaba de espejos alojados en cajas contenedoras que podían medir la luz ultravioleta producida en la atmósfera por las cascadas. “Montaron el primer contenedor, pero no aportó nada. Instalaron un segundo y un tercero, pero se vio que la técnica no funcionaba; fue otro fracaso”, se lamenta esta investigadora.

Tras la instalación de los telescopios Cherenkov, y a pesar de su éxito, la colaboración se fue deteriorando. Según Fonseca, el Max Planck de Múnich y el de Heidelberg eran por entonces dos institutos que competían entre sí. “Cuando ya estaban los seis telescopios Cherenkov de HEGRA, Múnich se decantó por la posibilidad de construir nuevos telescopios más grandes, de 17 m, y Heidelberg por la de crear otra red de cinco telescopios, similares a los de La Palma, pero en Namibia, conforme a la propuesta de otro armenio, **Felix Aharonian**”.

Un incendio en el año 2000, que destruyó gran parte de los detectores iniciales y los AEROBICC, sumado a las diferentes visiones sobre la nueva generación de telescopios Cherenkov, hizo que en el año 2002 la colaboración HEGRA se rompiera definitivamente. “Se desmontaron -concluye Fonseca- todos los detectores de centelleo y los fotomultiplicadores AEROBICC, los cuales se llevaron a Múnich. Los telescopios también se desmontaron y tres de ellos se enviaron a un experimento que se llamaba **CASA** (*Chicago Air Shower Array*), en Utah (Estados Unidos); los otros dos se mandaron a otro experimento en el lago Baikal, de detección de neutrinos. Nunca más se supo de ellos y creo que no salieron de las cajas, ya que llevaba mucho trabajo ponerlos a punto”.

Afortunadamente, esta evolución histórica contribuyó, sin duda, a que hoy el ORM disponga de los grandes telescopios **MAGIC** y **LST-1**, que han permitido desarrollar con éxito la astrofísica de muy altas energías y avanzar en el conocimiento del Universo.

IVÁN JIMÉNEZ  
Periodista de la UC3 del IAC

## FACT



FACT (*First Geigermode-Avalanche Photodiode Cherenkov Telescope*), un telescopio de 9,5 m y operativo desde 2011, fue realmente una puesta a punto de uno de los viejos telescopios Cherenkov del proyecto HEGRA (concretamente el CT3), que fue utilizado como banco de pruebas para nuevos detectores de radiación de altas energías. Tras sustituir sus viejos espejos e instalar la nueva cámara, observó la Nebulosa del Cangrejo durante dos inviernos. La idea central era conseguir sensores más sensibles para los nuevos telescopios Cherenkov que permitirían mejor resolución espectral y espacial. Sus propietarios eran: ETH, ISDC y EPFL (Suiza); TU Dortmund y Universidad de Würzburg (Alemania).

## MAGIC I Y II



Telescopios MAGIC. © Daniel López/IAC

Las observaciones en luz visible tienen una historia de siglos, mientras que la astronomía de rayos gamma en satélites o desde tierra son disciplinas jóvenes creadas en el siglo XX. En 1989 se establecía que la Nebulosa del Cangrejo era una fuente intensa de rayos gamma y, a continuación, se detectaron dos fuentes más, esta vez extragalácticas. El siguiente gran avance vino al principio de los 90 con los telescopios de HEGRA, que por primera vez operaron varios instrumentos simultáneamente y usaron el concepto de observación estereoscópica. El éxito de ambos detectores llevó en 1996 a la idea de construir un telescopio gigante, MAGIC, que cubriera la ventana virgen del espectro a la que no llegaban los detectores en satélites. Hoy, los dos telescopios MAGIC, de 17 m de diámetro e instalados en el ORM, detectan rayos gamma de muy alta energía en una región del espectro en el que ningún otro telescopio era operativo.

Propietario: Universidades de Dortmund y Würzburg, Instituto Max-Planck Física Munich, DESY-Zeuthen (Alemania); Instituto de Investigación Nuclear (Bulgaria), Instituto R. Boskovic, Universidades de Rijeka y Split (Croacia); Universidades Complutense de Madrid, de Barcelona y Autónoma de Barcelona, Instituto de Física d'Altes Energies, Instituto de Astrofísica de Canarias, Instituto de Astrofísica de Andalucía, Instituto de Ciencias de l'Espai, CIEMAT (España); Observatorio de Tuorla (Finlandia); Universidades de Padua, Siena, Udine e Insubria, Instituto Nacional de Astrofísica (Italia); Universidad de Kioto y Consorcio japonés (Japón); Universidad de Lodz (Polonia); Instituto de Física de Partículas ETH (Suiza)

### LA RADIACIÓN CHERENKOV

La radiación de Cherenkov es una radiación de tipo electromagnético producida por el paso de partículas cargadas eléctricamente en un determinado medio a velocidades superiores a la velocidad de fase de la luz en ese medio. La velocidad de la luz depende del medio y alcanza su valor máximo en el vacío. El valor de la velocidad de la luz en el vacío no puede superarse, pero sí en un medio en el que esta es forzosamente inferior. La radiación recibe su nombre del físico ruso **Pável Cherenkov** quien fue el primero en caracterizarla rigurosamente y explicar su producción. Cherenkov recibió el Premio Nobel de Física en 1958 por sus descubrimientos relacionados con esta radiación.

## LST-1

Los LST, con espejos de 23 m de diámetro, son los telescopios más grandes de la red CTA. El LST-1, inaugurado el 10 de octubre de 2018, es el prototipo de los 4 telescopios de este tamaño previstos para el observatorio Norte, situado en el ORM. Tiene una superficie reflectante de 400 m<sup>2</sup> sostenida por una estructura de tubos de fibra de carbono y de acero. Mide 45 m de alto y pesa alrededor de 100 toneladas. Sin embargo, es extremadamente ágil, con la capacidad de reposicionarse en 20 segundos para capturar señales de estallidos de rayos gamma (GRB). En general, los rayos gamma de muy alta energía que detectarán los LST proceden de objetos distantes más allá de nuestra galaxia, como los núcleos activos de galaxia (AGN). Ya en 2020, durante el periodo de *commissioning* del telescopio, el LST-1 detectó una emisión de rayos gamma de muy alta energía procedente del Púlsar del Cangrejo, una estrella de neutrones situada en el centro de la nebulosa del mismo nombre. En diciembre de 2023 detectaba la fuente OP 313 por encima de los 100 gigaelectronvoltios (GeV), un nivel de energía mil millones de veces mayor que la luz visible que perciben los humanos. Se trata del cuásar más distante jamás observado por instrumentos de rayos gamma desde tierra.

El equipo del proyecto del LST está formado por más de 200 científicos de diez países. Japón, Alemania y España son los mayores contribuyentes del consorcio LST, en el que también participan Francia, Italia, Brasil, Suecia, India y Croacia. En España forman parte de la colaboración el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), el Institut de Física d'Altes Energies (IFAE), el Centro de Investigaciones Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Institut de Ciències de l'Espai (ICE), la Universidad Complutense de Madrid (Grupo de Altas Energías, UCM-GAE, y Electrónica, UCM-ELEC), la Universidad de Barcelona (Departament d'Astronomia i Meteorologia, ICC-UB), el Port de Informació Científica (PIC) y la Universidad de Jaén.

### PATRICIA MÁRQUEZ

## Más de seis años de emociones y sueños cumplidos

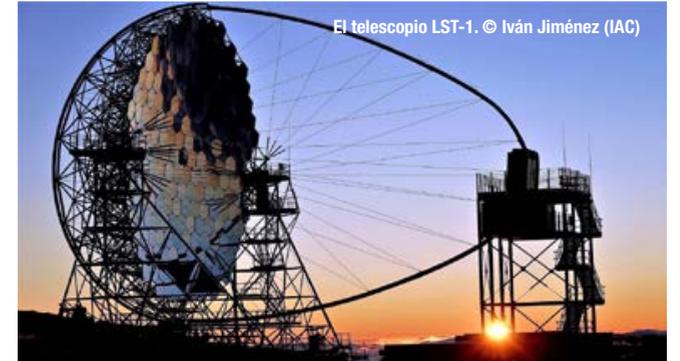
Hace poco más de seis años me incorporé a la Colaboración LST (*Large-Sized Telescope*) como Telescope Manager de los LST para la construcción y puesta en marcha de los telescopios de dicho nombre. Los LST son los telescopios de “gran tamaño” del proyecto Cherenkov Telescope Array (CTA), red que tiene dos observatorios: uno en el hemisferio norte, en La Palma (España), y otro en el hemisferio sur, en Atacama (Chile). Antes de entrar en la universidad, estuve dudando sobre qué estudiar. No sabía si Ingeniería o Astrofísica. Finalmente me decanté por la primera (Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos). Desde 2012 y durante seis años, estuve trabajando en la República de Panamá, en grandes proyectos de obra civil. Y cuando en 2018 surgió la oportunidad de incorporarme a este proyecto de los LST, no lo dudé. No fue una decisión fácil, pero finalmente hice las maletas rumbo a La Palma. La construcción del LST-1 terminó en octubre de 2018 y entonces comenzó la fase de *commissioning*, en la cual aún estamos, siempre con la mirada puesta en la construcción de los otros 3 telescopios LST, que se inició a finales de 2022 y que continúa en la actualidad. Estas obras y operaciones han sufrido

algunos retrasos debidos, como es sabido, a la pandemia mundial del COVID-19, que nos afectó especialmente en temas logísticos. Por si la pandemia no hubiera sido suficiente, en 2021 entró en erupción el volcán Tajogaite, y nos vimos obligados a interrumpir los movimientos del LST1 de modo preventivo. Tan pronto como la erupción finalizó, continuamos con las actividades.

Mi trabajo en el Observatorio del Roque de los Muchachos me encanta. Cada día es diferente al anterior. He tenido la oportunidad de aprender sobre Astrofísica y de formar parte de ella. Era uno de mis sueños, como también el de doctorarme en Física. Pero no tan importante como otro de mis sueños cumplidos: haber sido madre de dos encantadoras palmeras que también sueñan con las estrellas.

Patricia Márquez junto al LST-1 (izquierda) y con Juan Carlos Pérez Arencibia, en un congreso en el Max-Planck Institut für Physik en 2023 (derecha).

PATRICIA MÁRQUEZ  
LST Telescope Manager



El telescopio LST-1. © Iván Jiménez (IAC)



El telescopio LST-1. © Daniel López/IAC



# “Con MAGIC se ha podido hacer la magia de estudiar el Universo en un rango de energía que permanecía inexplorado”

MANEL MARTÍNEZ

MAGIC son las iniciales de “Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov” y designan el primer telescopio Cherenkov para detectar rayos gamma cósmicos de muy alta energía (VHE) “gigante” y de segunda generación construido a nivel mundial. Con su reflector de 17 m de diámetro, constituyó un récord Guinness para el reflector de luz más grande en un instrumento astronómico en 2003, cuando inició observaciones científicas.



Uno de los telescopios MAGIC con la Vía Láctea de fondo. © Daniel López/IAC

MAGIC es también una dinámica colaboración científica mundial que, en contra de los vaticinios de muchos expertos en el campo, ha demostrado que, con telescopios “gigantes” en los que se han aplicado tecnologías nuevas en la mayoría de sus elementos, se puede hacer la magia de estudiar el universo en un rango de energía que permanecía inexplorado. Este rango de energía, desde pocas decenas de GeV hasta centenares de GeV constituía una frontera entre las observaciones desde satélites, limitadas por el área eficaz, y desde tierra con la primera generación de telescopios Cherenkov, limitada por la energía mínima detectable. Precisamente en este rango, se esperaban algunos de los objetivos científicos más buscados y más mágicos en el campo (“santos griaes”), como la detección de la materia oscura y la observación de Pulsars y Gamma Ray Bursts capaces de emitir en VHE.

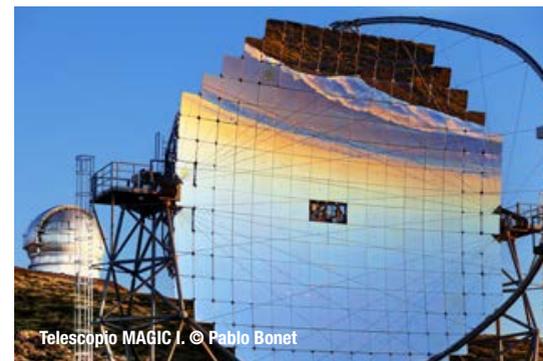
## “EL BAILE DE LOS ENANOS”

Los miembros de la colaboración se autodenominan “magicians” (magos) y desde el 2004 han hecho las observaciones desde una casita que evoca el evento más mágico de la Isla de La Palma: el baile de los enanos. La casa de control de MAGIC fué diseñada por un arquitecto canario enamorado de las obras de Gaudí que, durante su estancia en Barcelona trabajando para el “Institut de Física d’Altes Energies” (IFAE), estuvo trabajando en paralelo en el diseño de la torre central de la Sagrada Familia, la más alta, monumental y mágica de todas, en este momento ya en construcción. Así pues MAGIC está “emparentado” con la Sagrada Familia.

En el IFAE de Barcelona se diseñó y se construyó también la cámara del telescopio MAGIC, un instrumento innovador y puntero en muchas de las soluciones tecnológicas que implementó, y que constituyó sin duda el instrumento más complejo y avanzado construido por la comunidad



Telescopios MAGIC. © IAC



Telescopio MAGIC I. © Pablo Bonet



Telescopio MAGIC II. © Pablo Bonet



El Telescopio MAGIC de noche. Los láseres se encienden para alinear automáticamente los pequeños espejos utilizados en este telescopio de 17 metros de ancho. NASA APOD 2004 15 de octubre © Robert Wagner(MPI), MAGIC Telescope Project

española de física de partículas hasta aquel momento. Gracias a ese importante desarrollo, y a unos cuantos más, la comunidad española en MAGIC compartió desde el primer momento el liderazgo del proyecto con el “Max Planck Institut” (MPI) de Física de Munich que, juntamente con un grupo de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), ya había estado operando en el ORM como participante en el proyecto de primera generación HEGRA, pionero de la astronomía de rayos Gamma a nivel mundial.

El científico visionario que impulsó MAGIC como “spokesperson” fué el Prof. Eckart Lorenz que, juntamente con la incipiente colaboración internacional, confiaron en un científico joven (en aquel tiempo) como yo para coliderar el proyecto como “co-spokesperson” y luego liderarlo en la compleja fase de puesta en marcha para un instrumento que incorporaba un sinnúmero de nuevas tecnologías, como “spokesperson”.

Para atacar los objetivos científicos en el rango inexplorado de energía mencionado, MAGIC fué diseñado para aprovechar al máximo cada fotón de luz Cherenkov, desde la gran reflectividad de los espejos en el reflector parabólico de 17 metros, hasta los colectores de luz para evitar “zonas muertas”, delante de los fotosensores, co-diseñados para tener una eficiencia cuántica “state of the art”. Y con el fin de poder observar fuentes transitorias como los GRBs tras recibir alertas, todo el telescopio fué diseñado para apuntar en menos de 30” en cualquier dirección del espacio, para lo cual había de ser lo más ligero posible, usando espejos de aluminio en una estructura de fibra de carbono y una cámara sin electrónica dentro, que transmitía los pulsos eléctricos ultrarrápidos con fibras ópticas analógicas hasta la casa de control. La ligereza de la montura ocasiona deformaciones en la estructura cuando el telescopio apunta en diferentes direcciones, que se corrigen con un espectacular sistema activo de redireccionamiento de los espejos (“active mirror control”) usando punteros láser, como se ve en la foto adjunta. En 2008 la colaboración MAGIC construyó un clon (MAGIC-2) para que el primer MAGIC (MAGIC-1) tuviese vista estereoscópica, y esta es la configuración que se ha mantenido hasta el presente. Pero además, estos desarrollos tecnológicos han inspirado el diseño de los “Large Size Telescopes” (LST) del proyecto “Cherenkov Telescope Array” (CTA), la siguiente generación de Telescopios Cherenkov, que en el momento presente está ya construyendo su observatorio norte en el ORM.

En los últimos más de 20 años MAGIC ha hecho realidad la magia de observaciones y descubrimientos científicos de primera línea, que han abierto de par en par la ventana de la observación del universo en rayos Gamma de muy alta energía, y en los próximos años pasará el relevo a CTA.

Y MAGIC ha formado también a toda una generación de científicos y tecnólogos españoles que constituyen una de las comunidades científicas de referencia en el campo para el futuro y que están enamorados de la magia de La Palma.

MANEL MARTÍNEZ

Astrofísico del Institut de Física d’Altes Energies (IFAE) y Coordinador del grupo de Astronomía de Rayos Gamma de Muy Alta Energía (VHE)



Miembros del consorcio MAGIC.





# La red de telescopios CTA en el hemisferio Norte

Allá por 2006, un incipiente grupo de investigadores en Astrofísica de Partículas del IAC se unió a una iniciativa que perseguía unificar todos los experimentos de telescopios de rayos gamma de muy alta energía en un gran observatorio: Cherenkov Telescope Array (CTA). Aquella iniciativa se ha convertido hoy, casi 20 años después, en el Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO), con la intención de construir telescopios de diversos tamaños, desde los 23 hasta los 4 m de diámetro, que se distribuirán en los hemisferios Norte y Sur.

será, al menos, 10 veces más sensible que los instrumentos existentes. Para hacernos una idea, CTAO es el equivalente en este rango de energías a lo que ocurre en el óptico al pasar de telescopios de 10 m (como GTC) a telescopios de 40 m (como el ELT).

Los telescopios de CTAO no detectan los rayos gamma directamente, ya que estos en realidad nunca llegan a la superficie terrestre, sino “luz Cherenkov”. Los rayos gamma interactúan con la atmósfera terrestre, produciendo cascadas de partículas subatómicas que viajan a velocidades más elevadas que la luz en el aire. Esta lluvia de partículas cargadas de muy alta energía genera un cono de luz azulada que recibe el nombre de radiación Cherenkov. La duración del pulso de luz es de milmillonésimas de segundo y su brillo es demasiado débil como para ser detectado por el ojo humano. Sin embargo, estos telescopios pueden captar de forma eficiente este tipo de radiación gracias a sus grandes espejos recolectores de luz y sus detectores ultrasensibles.

La astronomía de rayos gamma terrestre es un campo joven en astrofísica y constituye la ventana más reciente en el espectro electromagnético. CTAO será sensible a los rayos gamma de muy alta energía, haciendo posible el estudio de procesos físicos que suceden en los ambientes más violentos del Universo. Una fuente de datos única que no sólo permitirá una comprensión profunda y precisa de los objetos y mecanismos ya conocidos del Universo, sino que también será capaz de detectar nuevas clases de emisores de rayos gamma y nuevos fenómenos, y aportará importantes descubrimientos en física fundamental. Pero, sobre todo, será una nueva ventana de observación en la que “esperamos lo que no esperamos”.

En particular, desde el IAC competimos para albergar el observatorio norte en nuestras ubicaciones en Tenerife y La Palma. Fueron una media docena de años difíciles para convencer a nuestros socios de que este era el mejor lugar para albergarlos, en competición abierta con Arizona, en EEUU, y San Pedro Mártir, en México. Finalmente, en 2016, se decidió que el observatorio Norte se ubicaría en La Palma, en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), y el observatorio Sur en Chile, cerca de Cerro Paranal.

CTAO acogerá tres tipos de telescopios: *Large-Sized Telescopes* (Telescopios Grandes, LST), *Medium-Sized Telescopes* (Telescopios Medianos, MST) y *Small-Sized Telescopes* (Telescopios Pequeños, SST) para cubrir un amplio rango de radiación gamma desde 20 GeV hasta 300 teraelectronvolts (TeV). El plan para el emplazamiento Norte (CTAO-N) en el Observatorio del Roque de los Muchachos incluye 4 LST y hasta 9 MST, mientras que en el Sur contará con los tres tipos de telescopios (lo que depende de los objetos y el rango de energía a observar en cada hemisferio). En conjunto, CTAO tendrá una precisión sin precedentes y

El proyecto para construir CTAO-N está muy avanzado: el LST-1, fue inaugurado en 2018 y los telescopios LST-2 a 4 están en fase de construcción, estimando su finalización a lo largo de 2025. Estamos avanzando en la definición de los MST. En el IAC disponemos de una oficina de proyecto que gestiona la aportación española a estos telescopios. A principios de 2026, el ORM se convertirá en el mayor observatorio mundial de rayos gamma de muy alta energía.

Las actuaciones del IAC en el proyecto CTA están financiadas con cargo a los proyectos “Los cuatro Large Size Telescopes (LST) del CTA-Norte en el ORM”, de referencia ESFRI-2017-01-IAC-12, y “Contribución española a los primeros cinco Medium Size Telescopes (MST) del CTA-Norte en el

ORM”, de referencia ESFRI-2020-01-IAC-12, del Ministerio de Ciencia e Innovación, cofinanciado en un 85% con Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER) del Programa Operativo de Crecimiento Inteligente 2014- 2020; con la cofinanciación de Fondos de Desarrollo de Canarias (FDCAN), procedentes del Cabildo Insular de La Palma (2016-2018), la cofinanciación del Gobierno de Canarias, a través de la Agencia Canaria de Investigación Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI); y de los Presupuestos Generales del Estado del Ministerio de Ciencia e Innovación a través de la contribución de la fase transitoria del Cherenkov Telescope Array (CTA).

RAMÓN J. GARCÍA LÓPEZ  
Investigador principal de CTA en el IAC

## CTAO El mayor observatorio de rayos gamma

Construir el observatorio de rayos gamma más grande y potente del mundo no es una tarea que pueda llevar a cabo un único grupo. Ni siquiera un único país. Construir el CTAO requiere de 25 países y más de 1.500 personas que, a través de una colaboración interdisciplinar, son capaces de navegar la complejidad técnica y organizativa de un proyecto internacional de tal alcance. El CTAO reúne expertos de diferentes ámbitos, tales como astrofísica, ingeniería, recursos humanos, computación, comunicación, finanzas, entre muchos otros. Expertos que componen los diferentes grupos del proyecto y hacen que este avance. Entre dichos grupos se encuentra la Organización Central CTAO, entidad legal responsable del diseño, implementación y funcionamiento del Observatorio, gobernada por un Consejo de más de 10 países y una organización intergubernamental; el Consorcio CTAO, grupo que definió el concepto de CTAO hace más de una década y trabaja ahora en la preparación de su ciencia; y las llamadas Colaboraciones de Contribución en Especie de CTAO (como las colaboraciones de los diferentes telescopios) que desarrollan hardware y software clave para el Observatorio. Aunque el contexto de trabajo puede parecer intrincado, en realidad no lo es tanto cuando comprendemos que todos los miembros, dentro de sus capacidades y objetivos específicos, colaboran para hacer del CTAO una realidad, abriendo así una nueva y fascinante ventana al Universo.

El CTAO es un observatorio ambicioso con un potencial científico enorme. Con él, las investigadoras e investigadores de todo el mundo intentarán dar respuesta al origen de los rayos cósmicos, una incógnita de más de 100 años, o de averiguar cuál es la naturaleza de la escurridiza y misteriosa materia oscura. Lo harán observando los eventos más extremos y poderosos del Universo. Es ahí, en la vecindad de agujeros negros o en las explosiones y fusiones de estrellas, donde la astronomía y la física de partículas se unen y donde el CTAO podrá cambiar para siempre nuestra perspectiva del Cosmos. Y, además, fiel a su compromiso con la ciencia abierta, el CTAO será el primer instrumento en el campo en operar como un observatorio abierto, impulsado por propuestas de observación, que brindará acceso público a sus productos de software y datos científicos.

El alcance internacional es, por tanto, un aspecto fundamental para el CTAO, pero igualmente importante es el impacto local y regional en las sedes de trabajo. Una de ellas, el emplazamiento CTAO-Norte, desde donde nuestros telescopios observarán el cielo del hemisferio norte, se encuentra en La Palma, en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) que gestiona el IAC. Este emplazamiento evoluciona rápidamente, donde el LST-1, el prototipo del Large-Sized Telescope (LST), ha logrado ya su primer descubrimiento científico durante su puesta en marcha, y donde otros tres LST están actualmente en construcción.

En el ORM, la colaboración entre el IAC y el CTAO no es solo beneficiosa, sino esencial. La comunidad educativa canaria, las empresas locales, las autoridades gubernamentales y la comunidad en general forman parte de un ecosistema que interactúa estrechamente con el proyecto. Por ende, es a través de la colaboración entre el IAC y el CTAO como podemos ampliar el alcance de nuestro proyecto más allá del ámbito estrictamente científico-tecnológico.

En los últimos años, hemos trabajado juntos para llevar la astronomía al alumnado y profesorado de La Palma, para abrir las puertas de los telescopios a la población local y comunicar las últimas noticias del proyecto a la comunidad canaria. Hemos colaborado también en proyectos de diversidad e inclusión, valores imprescindibles para el desarrollo de la ciencia, con iniciativas centradas en la equidad de género o con actividades con jóvenes provenientes de los campos de refugiados saharauis. Todo ello impulsado por la responsabilidad y deseo de ambos grupos por mostrar nuestro trabajo a la ciudadanía, por apoyar e impulsar la educación científica a todos los niveles, y por resaltar el beneficio científico, económico y social que el CTAO tiene en la región. En definitiva, de formar parte activamente de la comunidad que nos acoge, con la esperanza de que la población palmera, y canaria en general, se sienta orgullosa de albergar el CTAO y de que La Palma esté a la vanguardia de la astronomía de muy altas energías a nivel mundial.

El CTAO es un observatorio con metas ambiciosas, que busca beneficiar e inspirar a la sociedad a través de la innovación, la inclusión, la accesibilidad y la transparencia. Algo que lograremos a través de una cooperación que rompe las barreras geográficas para maximizar así los descubrimientos científicos. Es un proyecto inspirador y emocionante para quienes tenemos el placer de trabajar en él. Compartamos este sentimiento desde Canarias al resto del mundo.

ALBA FERNÁNDEZ-BARRAL  
Chief Communications Officer del CTAO



Imagen de la parte alta del edificio, con la cúpula completamente abierta y donde se puede apreciar el tamaño relativo del telescopio en comparación con el perfil de la persona y la plataforma elevada sobre la que se instalará el telescopio para distanciarse de la turbulencia que se pudiera generar en los elementos circundantes. © IDOM

# EST, el Telescopio Solar Europeo



EST (por sus siglas en inglés **E**uropean **S**olar **T**elescope) es un proyecto muy ambicioso para construir un telescopio solar de última generación. Ubicado en el Observatorio del Roque de los Muchachos en la isla de La Palma, utilizará los últimos avances tecnológicos y aprovechará toda la experiencia adquirida durante la operación de los telescopios solares que han estado funcionando en los observatorios de Tenerife y La Palma y que han demostrado la bondad de los cielos canarios para las observaciones diurnas.

## EL PROYECTO EST

EST un proyecto para construir un telescopio solar de gran apertura en las Islas Canarias. A partir de mediados de los años 80 del siglo XX, se fueron instalando progresivamente telescopios solares tanto en el Observatorio de Teide (OT), en Tenerife, como en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en La Palma. Alemania instaló en el OT los telescopios GREGORY (45 cm de diámetro, 1986), VTT (70 cm, 1989) y GREGOR (150 cm, 2012, ubicado en el mismo edificio que el telescopio GREGORY y reemplazando a éste). Francia e Italia instalaron en el OT el telescopio THEMIS (90 cm, 1996), Suecia en el ORM el SVST (50 cm, 1985), que luego fue actualizado por el SST (100 cm, 2002) y Holanda el DOT (45 cm, 1997), también en el ORM. Todos estos telescopios

han demostrado la excelente calidad de los cielos canarios y son numerosos los resultados científicos que se han publicado en las revistas científicas de mayor prestigio. Destaca especialmente el telescopio sueco SST, con el que se han obtenido imágenes cuya calidad todavía no ha sido igualada por ningún otro telescopio solar, ni terrestre ni espacial. A modo de ejemplo, la Figura 1 muestra dos imágenes obtenidas con el SST en longitudes de onda en el azul que corresponden a una misma región vista a dos alturas diferentes en la atmósfera solar. Las diferencias evidentes de aspecto entre las dos imágenes es consecuencia de la variación con la altura de las propiedades del plasma (temperatura, densidad, presión, velocidad), así como de la diferente influencia que ejerce sobre él

el campo magnético en cada una de esas capas. Es justamente en estos aspectos donde el proyecto EST quiere focalizar su interés: determinar la interacción mutua entre el plasma solar y el campo magnético para poder explicar cómo, cuándo y por qué se intercambian energía entre ellos y pueden dar lugar a fenómenos tan variados como las manchas solares, las protuberancias o las fulguraciones, entre otros.

## LA CIENCIA DE EST

El objetivo principal de EST es investigar la estructura, la dinámica y la energía de la atmósfera solar, donde los campos magnéticos interactúan continuamente con el plasma y la energía magnética se libera a veces en forma de potentes explosiones. Para ello, es necesario observar los procesos fundamentales en sus escalas intrínsecas: menos de 30 kilómetros en la superficie solar. Para alcanzar este objetivo, EST estará optimizado para estudiar el acoplamiento magnético desde la fotosfera hasta la alta cromosfera (capas separadas unos 2000-3000 km) y poder determinar las propiedades térmicas, dinámicas y magnéticas del plasma, utilizando para ello imágenes en múltiples longitudes de onda, mediante técnicas de espectroscopía y de medidas de la polarización de la luz solar. El diseño de EST está para ello centrado en el uso simultáneo de un gran número de instrumentos visibles e infrarrojos cercanos.

EST permitirá observar la evolución temporal de la atmósfera solar con un nivel de detalle sin precedentes y ayudará a resolver cuestiones pendientes desde hace mucho tiempo, como la estructura y evolución de los campos magnéticos solares (manchas solares, poros, filamentos, protuberancias, etc.), la aparición de campos magnéticos en la superficie solar, la dinámica y el calentamiento de la cromosfera, el acoplamiento magnético de la atmósfera solar y el mecanismo de activación de fulguraciones y otros fenómenos eruptivos. Estos procesos son relevantes ya que todos ellos contribuyen a la actividad de nuestro sol, que en última instancia determina la meteorología espacial que afecta a la Tierra.

## LA FUNDACIÓN EST

EST fue incluido en marzo de 2016 en la hoja de ruta ESFRI (que incluye los proyectos de investigación considerados estratégicos para la Unión Europea), siendo considerado como el proyecto emblemático para tierra por la comunidad europea investigadora en Física Solar. EST fue propuesto formalmente por España a las instituciones de la UE y está apoyado científicamente por la Asociación Europea de Telescopios Solares (EAST, por sus siglas en inglés **E**uropean **A**sociation for **S**olar **T**elescopes). EAST está constituida por 26 instituciones de 18 países. Esta asociación promueve el desarrollo sostenible de EST como infraestructura de investigación paneuropea y apoya su desarrollo coordinado entre todos los países.

En estos últimos años, el proyecto ha pasado por diferentes fases de diseño y en la actualidad ya ha superado con éxito la denominada Fase Preparatoria para su construcción, en la que se ha realizado el diseño de prácticamente todos los subsistemas del telescopio. Recientemente se ha creado una Fundación Canaria (EST-FC) como figura jurídica provisional con los objetivos principales de obtener los permisos de construcción (como inicio de la Fase de Construcción) y de constituir la Junta de Representantes Gubernamentales para establecer las bases para la creación de la futura entidad legal que se encargue de la construcción y operación de EST: un ERIC (del inglés, *European Research Infrastructure Consortium*), figura legal creada por la UE para gestionar este tipo de infraestructuras de interés

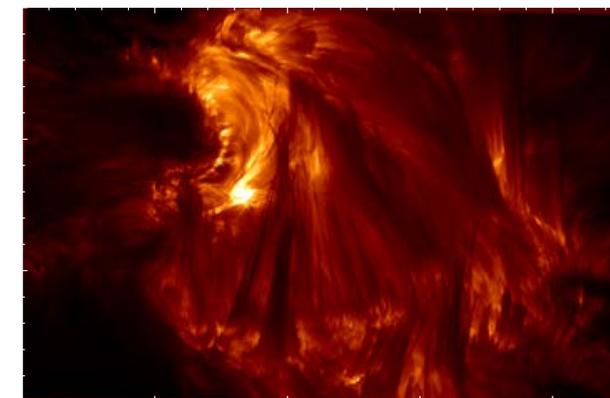
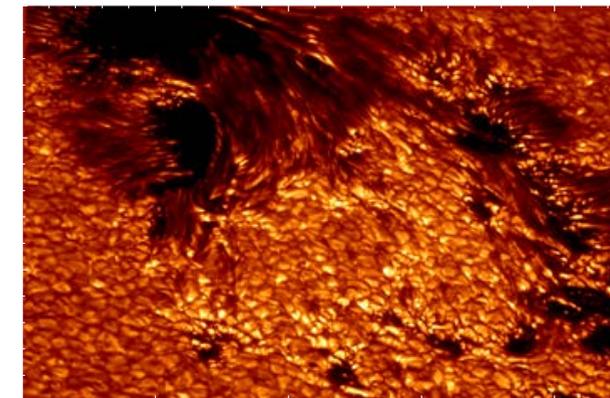


Fig 1.- Arriba: imagen tomada en el continuo a una longitud de onda de 400 nm. Abajo, imagen de la misma región solar tomada en el núcleo de la línea espectral del Ca II K en la longitud de onda 396,9 nm. © Jaime de la Cruz Rodríguez (Instituto de Física Solar de la Universidad de Estocolmo).

européico. La Fundación EST-FC fue constituida en julio de 2023 por nueve instituciones de siete países europeos: el instituto Max Planck für Sonnensystemforschung (Alemania), el Kiepenheuer Institut für Sonnenphysik (Alemania), la Universidad de Sheffield (Reino Unido, en representación de las Universidades de Aberystwyth, Durham, Exeter, Glasgow, Sheffield y Queen's de Belfast), la Università della Svizzera italiana (Suiza), la Universidad de Estocolmo (Suecia), el Astronomický ústav Slovenskej Akadémie vied (Eslovaquia), el Astronomický Ústav AV ČR, V. V. I. (República Checa), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España) y el Instituto de Astrofísica de Canarias (España). En enero de este año, se unió a la Fundación también la Universidad de Graz (Austria).

Tras un periodo de construcción de alrededor de 6 años, está previsto que EST comience a operar a finales de la década actual durante un periodo de más de 30 años. Las tecnologías necesarias para construir EST se desarrollarán en gran medida durante la fase de construcción del telescopio y procederán de toda Europa. Se espera que la construcción del telescopio cree nuevas aplicaciones para la tecnología y propicie la creación de puestos de trabajo altamente cualificados.

## EL EQUIPO EST

El equipo técnico que trabaja en el diseño de EST y en todos los aspectos relacionados con su construcción está ubicado en el edificio IACTEC situado en el Parque Tecnológico creado por el Cabildo de Tenerife en La Laguna. IACTEC es un espacio de cooperación tecnológica y empresarial, promovido por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), cuya misión es promover la colaboración público-privada, impulsando la creación de empleo de calidad y la generación de productos tecnológicos de alto valor añadido.

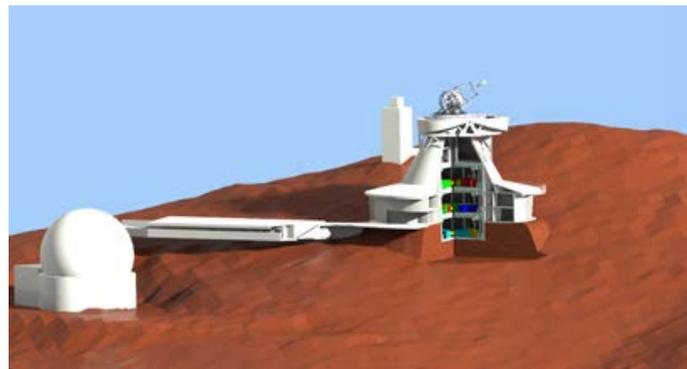
El equipo técnico de EST (conocido generalmente como Oficina del Proyecto) está constituido en la actualidad por unas 25 personas bajo la dirección técnica de **Mary Barreto**, ingeniera con gran experiencia en el desarrollo de grandes proyectos para diversos telescopios del ORM. La acompañan varios ingenieros de sistemas, responsables de que los diseños de los diversos subsistemas se realicen en paralelo, que estén optimizados, que sean compatibles entre sí y que su construcción sea factible dentro de los plazos y el presupuesto previstos. Estos ingenieros de sistemas tienen a su disposición grupos de ingenieros de diferentes especialidades (óptica, mecánica y control; cada uno con su ingeniero responsable) que, a su vez, están compuestos por ingenieros especializados en diversos aspectos (diseño óptica, polarimetría, instrumentos, control térmico, vibraciones, control de sensores, gestión de datos... por mencionar algunos).

La Oficina del Proyecto está apoyada en todo momento por el Grupo Asesor Científico de EST. Este grupo está compuesto por más de veinte investigadores pertenecientes a las instituciones que forman parte del proyecto. Existe un contacto continuo entre los grupos técnico y científico que permite asegurar que el diseño se realiza acorde a los requisitos científicos impuestos desde el principio como punto de partida del proyecto. Complementando estos dos grupos, existen consorcios para desarrollar los diferentes instrumentos. La sintonía entre todos estos grupos es fundamental para asegurar el éxito del desarrollo.

## LOS DESARROLLOS TÉCNICOS DE EST

EST estará equipado con un espejo primario de 4,2 m -lo que lo convierte en uno de los mayores telescopios solares de la Tierra-, una óptica adaptativa avanzada y un conjunto de instrumentos innovadores para realizar observaciones espectropolarimétricas simultáneas de alta sensibilidad en diferentes longitudes de onda que abarcan desde el ultravioleta hasta el infrarrojo cercano.

El telescopio y todos sus subsistemas han sido diseñados teniendo en cuenta tres requisitos principales. En primer lugar, el telescopio debe ser capaz de obtener imágenes con la mejor calidad posible. En un sistema óptico, el parámetro que limita el tamaño del objeto más pequeño que puede discernirse es el diámetro del elemento que actúa como captador de luz. Generalmente es el tamaño del espejo primario el que hace esa función, aunque existen otras alternativas. Los 4,2 m de diámetro del espejo primario de EST harán posible detectar fenómenos tan pequeños



**Fig. 2. Representación de la ubicación prevista para EST. El EST es el edificio con forma cónica que está en el centro de la imagen. Abajo a la izquierda se encuentra el telescopio WHT y detrás de EST, el telescopio SST. El edificio del EST se muestra abierto para permitir ver las plantas que albergan los instrumentos (cada tipo de instrumento está representado por un color diferente).**

como 20 km en la superficie de nuestra estrella (correspondientes a 25 milisegundos de arco en el cielo). El estudio de la evolución temporal de estas estructuras tan pequeñas permitirá entender los mecanismos que transforman energía cinética del plasma en energía magnética y viceversa, así como las condiciones que deben prevalecer para que ese intercambio de energía se produzca en un sentido o en el contrario. Para poder resolver estos detalles tan pequeños, es absolutamente fundamental que la atmósfera por encima del telescopio no distorsione las imágenes. Ello solo es posible en unos pocos lugares en el mundo y el Observatorio del Roque de los Muchachos ha demostrado de manera repetitiva su calidad. Para intentar maximizar la cantidad de tiempo de observación y posibilitar la observación incluso en momentos no óptimos, EST incorporará en su óptica espejos cuya forma podrá ser deformada de manera controlada en escalas temporales de milisegundos. EST dispondrá de elementos que permitan cuantificar cuánto se ha degradado la imagen como consecuencia de la turbulencia atmosférica presente en cada momento de las observaciones y variará



**Fig. 3. Oficina de proyecto EST. Imagen adquirida en noviembre de 2021. Desde entonces ha habido algunos cambios en la composición del grupo. Algunos miembros han pasado a formar parte de la plantilla del IAC y otros han sido contratados por empresas tecnológicas nacionales o extranjeras (Alemania, Estados Unidos, Australia) y han sido sustituidos por personal nuevo.**



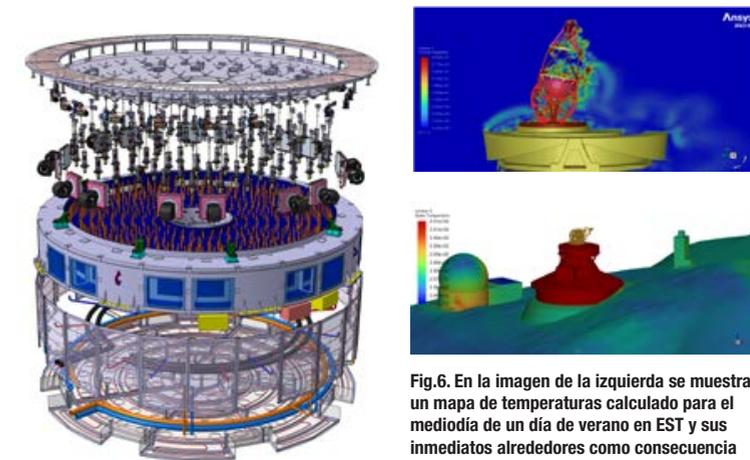
**Fig. 4. EST con diversas configuraciones de su cúpula. Izquierda: cúpula cerrada para proteger el telescopio de las inclemencias del tiempo. Centro: cúpula abriéndose, donde se ven cómo los diferentes pétalos se van cubriendo unos a otros. Derecha: cúpula completamente abierta para las observaciones rutinarias. EST operará en régimen abierto para que el viento pueda atravesar de manera natural la estructura del telescopio y pueda arrastrar la turbulencia generada por el calentamiento producido por la radiación solar. © IDOM**

la forma de esos espejos deformables para compensar el efecto degradador producido por la atmósfera y recuperar la nitidez de las imágenes. Esta técnica es la denominada “óptica adaptativa”. EST está diseñado para albergar la óptica adaptativa más compleja y completa prevista en un telescopio y podrá corregir la turbulencia a varias alturas en la atmósfera terrestre (es lo que se conoce como “óptica adaptativa multiconjugada”).

En segundo lugar, EST está diseñado para poder detectar las tenues huellas que deja el campo magnético en la luz (a través de la polarización de esta) y que permiten determinar cuánta energía está almacenada en determinadas zonas del sol y en determinados momentos para calentar y acelerar el plasma. El problema radica normalmente en que las reflexiones en espejos cambia la polarización de la luz en dos órdenes de magnitud por encima de lo que lo hace el Sol en sí mismo. Eso significa que, en condiciones normales, lo que uno mide no es la polarización de la luz que nos viene del Sol, sino que, muy al contrario, lo que se mide es la polarización inducida por los espejos del telescopio (y que no tiene nada que ver con los fenómenos solares). Los telescopios actuales en general necesitan aplicar procesos de análisis complejos para corregir esa contaminación introducida por el propio telescopio. EST está diseñado para minimizar esa contaminación y permitirá detectar señales de polarización muy pequeñas y con mayor precisión que cualquier otro telescopio.

Finalmente, EST albergará toda una serie de instrumentos que podrán operar simultáneamente para poder registrar la luz en diferentes longitudes de onda (ver la Figura 2). Eso permitirá conocer las características de las diferentes capas de la atmósfera solar (ver la Figura 1) y analizar cómo se propagan los fenómenos a través de ellas para así poder determinar con precisión cómo se forman las estructuras que vemos y en qué momento y dónde pueden desestabilizarse y disipar energía magnética para producir el calentamiento del plasma (las llamadas fulguraciones o aumento súbito del brillo en una región determinada del Sol) o acelerando el plasma y expulsándolo hacia el medio interplanetario (las eyecciones de materia).

Alcanzar estos tres objetivos es un reto para los ingenieros que trabajan en el proyecto (ver Figura 3). Para ello, deben recurrir a soluciones no tradicionales en otros telescopios o a desarrollos tecnológicos con empresas especializadas en determinados aspectos cruciales para cumplir los estrictos requisitos técnicos impuestos (ver las figuras 4, 5 y 6 como ejemplo de soluciones adquiridas o análisis necesarios). Se pueden mencionar algunos ejemplos. Al contrario que la mayoría de telescopios, EST operará en régimen abierto. Tendrá una cúpula que lo resguardará de condiciones medioambientales adversas (lluvia, nieve, viento...) y que se retraerá por completo para realizar las observaciones (ver la Figura 4 y la imagen que encabeza este artículo). La razón es



**Fig. 5. Despiece del espejo primario de EST en sus componentes. Se puede ver la celda que acoge el espejo, los soportes que lo mantienen, los actuadores que determinan su forma y los tubos por los que fluye el aire para su control térmico. © SENER**

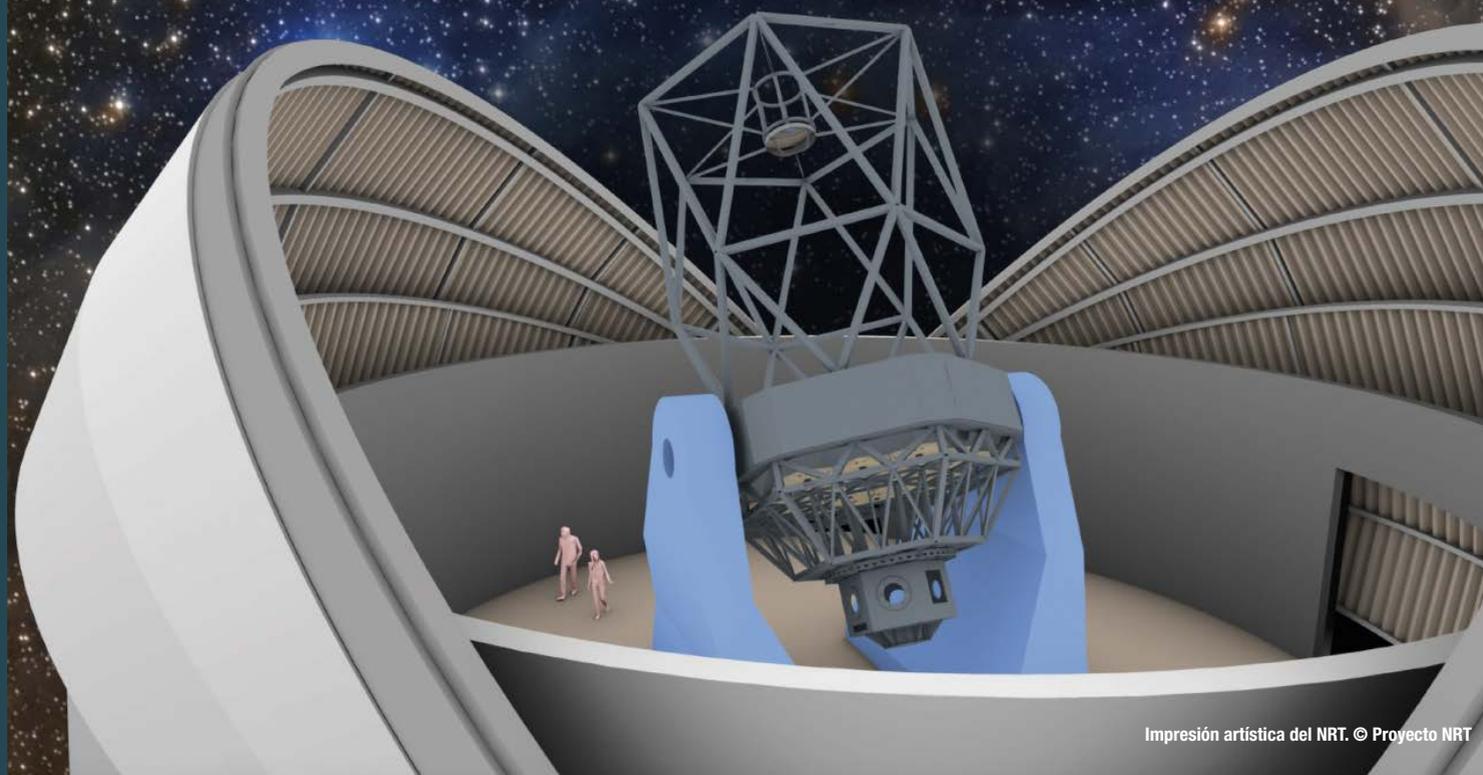
**Fig. 6. En la imagen de la izquierda se muestra un mapa de temperaturas calculado para el mediodía de un día de verano en EST y sus inmediatos alrededores como consecuencia del calentamiento producido por la radiación solar. Estos mapas permiten hacer análisis de turbulencia (como en el ejemplo de la imagen de la derecha) para poder optimizar el diseño de cada una de las componentes que puedan afectar y minimizar la turbulencia para facilitar la obtención de las mejores imágenes.**

aprovechar al máximo el viento natural para que fluya de la manera más natural posible a través de la estructura del telescopio y evitar así la formación de remolinos turbulentos que degradarían la imagen. La Figura 5 muestra el despiece de la celda que acogerá al espejo primario (de 4,2 m de diámetro y tan solo 70 mm de espesor). La figura muestra, entre otros detalles, el complejo sistema de soporte que aguantará el peso del espejo, el sistema de actuadores que permitirá deformar el espejo para que adopte siempre la forma óptima o el sistema de control térmico que hará que su temperatura no se desvíe de la temperatura ambiente más de 1°C. La Figura 6 muestra un ejemplo de análisis térmico y de turbulencia necesarios para optimizar el diseño de todos los elementos ópticos y mecánicos y asegurar una óptima calidad de imagen.

Con el apoyo de las instituciones nacionales e internacionales, el de las agencias financiadoras y de los ministerios de los correspondientes países y con el formidable equipo técnico y científico que está fomentando el desarrollo del telescopio, esperamos que pronto se pueda convertir en realidad EST en el Observatorio del Roque de los Muchachos de La Palma.

MANUEL COLLADOS

Investigador Principal del EST, astrofísico del IAC y profesor de la ULL



Impresión artística del NRT. © Proyecto NRT

# NRT, el mayor telescopio robótico del mundo

El NRT es un proyecto de colaboración internacional para construir el mayor telescopio robótico del mundo, que será el primero en observar las fuentes explosivas y de rápida evolución del cielo nocturno. NRT son las siglas en inglés de *New Robotic Telescope* (Nuevo Telescopio Robótico), nombre que, con su simpleza, expresa las características que hacen de este proyecto un pionero que abrirá camino a una nueva era de telescopios. Veamos por qué.

**NUEVO:** Por supuesto, cuando este telescopio vea su primera luz en 2027, será un telescopio nuevo. Además, este apelativo rinde homenaje a su predecesor, el telescopio Liverpool, que este año cumple 20 años de incansable labor de observación de objetos

variables y cartografiados del cielo desde su ubicación en el Roque de los Muchachos. Su forma de trabajo completamente autónoma le proporciona una rapidez de respuesta muy adecuada para hacer seguimiento de las alertas de objetos variables que se detectan a diario, como las explosiones de rayos gamma, o las supernovas. Estos eventos son impredecibles y pueden evolucionar rápidamente, por eso resulta clave obtener datos de los primeros minutos tras su detección para comprenderlos. Además, el Telescopio Liverpool dedica una parte considerable de su tiempo de observación a proyectos educativos en los que estudiantes de distintos países pueden realizar y analizar sus propias imágenes del cielo. Estas observaciones educativas en España se realizan

a través del proyecto PETeR, gestionado desde el IAC y en el que participan más de 400 centros de enseñanza primaria y secundaria.

**ROBÓTICO:** El NRT será un telescopio completamente autónomo. Esto significa que tendrá una programación capaz de reemplazar a un ser humano en la toma de decisiones de trabajo, como qué observar, a qué objetos dar prioridad, cuándo abrir y cerrar la cúpula para proteger el espejo de la lluvia, o cómo resolver imprevistos. Este automatismo otorga al telescopio una gran versatilidad que será, junto a su gran tamaño, su característica más destacada: tras recibir un aviso de un evento transitorio, tendrá la capacidad de moverse, apuntar a las coordenadas y tomar imágenes precisas en tan solo 30 segundos, lo que será determinante para comprender la naturaleza y la evolución de fenómenos de los que aún hay mucho por conocer.

**TELESCOPIO:** Una capacidad de apuntado como esta debe estar acompañada por una capacidad de observación al mismo nivel. Con un espejo primario de 4 m de diámetro, que

cuadruplica la capacidad de recolección de luz del telescopio Liverpool, el NRT se convertirá en el telescopio robótico más grande del mundo, lo que le permitirá observar con detalle objetos más lejanos y débiles. Este tamaño de espejo se logrará combinando 18 segmentos hexagonales de forma similar al Grantecan. Para el desarrollo de este telescopio, se ha establecido una colaboración internacional entre la Universidad John Moores de Liverpool, la Universidad de Oviedo y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), desde la sede de IACTEC. Para su fabricación, el IAC ha establecido una nueva infraestructura: el Centro de Sistemas Ópticos Avanzados (CSOA), equipado con maquinaria de vanguardia ubicada tanto en la sede central del IAC como en los laboratorios de IACTEC. Esta infraestructura será la única en España con capacidad para fabricar elementos de óptica de precisión de gran tamaño. El NRT es un proyecto innovador que establecerá nuevos estándares en el diseño de telescopios.

ALEJANDRA GODED  
Astrofísica divulgadora del proyecto del NRT  
CARLOS GUTIÉRREZ  
Investigador Principal del proyecto del NRT



Impresión artística del NRT, con la cúpula abierta y cerrada, y a la derecha, posible ubicación. © Proyecto NRT





Impresión artística del TMT en la ubicación escogida en el Roque de los Muchachos. © M3 Engineering & Technology Corporation

# TMT: ¿Hawái o La Palma?



Simulación artística del Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, con el TMT y el GTC identificados. © Gabriel Pérez, SMM/IAC

# Telescopio de Treinta Metros (TMT)

El Telescopio de Treinta Metros (*Thirty Meter Telescope, TMT*) será el telescopio óptico-infrarrojo más grande del hemisferio norte. Su espejo primario se compondrá de 492 segmentos hexagonales, cada uno de 1,44 m de ancho, que configuran un diámetro equivalente de 30 m. De este modo, el TMT tendrá más capacidad colectora de luz que los diez telescopios terrestres más grandes del momento, actualmente en operación, combinados, y sus imágenes serán una docena de veces más nítidas que las del Telescopio Espacial Hubble, y más de cuatro veces más que las del Telescopio Espacial James Webb. El telescopio, de 50 m de altura, pesará 2.650 toneladas y estará equipado con un sistema de guía láser de última generación y óptica adaptativa.

Los miembros del Observatorio Internacional del TMT son el Instituto de Tecnología de California, la Universidad de California, los Institutos Nacionales de Ciencias Naturales de Japón, el Departamento de Ciencia y Tecnología de la India y el Consejo Nacional de Investigación de Canadá. La Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía es miembro asociado. La Fundación Gordon y Betty Moore ha proporcionado una financiación importante, mientras que la Fundación Nacional para la Ciencia ha financiado trabajos recientes de diseño y desarrollo.

Desde el principio del proyecto, la idea era ubicar el telescopio en el Observatorio de Mauna Kea, en la isla de Hawái, a 4.200 m de altura sobre el nivel del mar, y donde se encuentran varios de los telescopios más grandes del mundo. Las cumbres de este antiguo volcán son sagradas para los nativos hawaianos y es hogar de sus deidades y antepasados. En la antigua ley hawaiana, el acceso a la cumbre estaba restringido únicamente a los líderes de más alto rango. En la década pasada, Mauna Kea se convirtió en un símbolo de la lucha de los nativos hawaianos por la autodeterminación. Los activistas argumentaron que los astrónomos continuaban con un enfoque colonial que negó al pueblo hawaiano su voz en el uso de su tierra, remontándose al derrocamiento y anexión del reino hawaiano por parte de Estados Unidos a finales del siglo XIX y principios del XX.

Cuando comenzó la construcción del TMT en 2015, los activistas instalaron un campamento en la carretera hacia la cumbre para impedir que los equipos y los trabajadores llegaran al lugar, dando comienzo a una larga batalla judicial que de facto paralizó la construcción del telescopio.

Así, y para curarse en salud, el Consejo de Gobierno del TMT anunció en octubre de 2016 que el Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, era el único sitio alternativo para la construcción de esta instalación si resultara inviable en Hawái por la oposición del colectivo nativo. Esta decisión se adoptó tras un

**El TMT, un proyecto que involucra desarrollos tecnológicos por valor de 1.400 millones de dólares, supondría un importante retorno para Canarias, tanto en el proceso de construcción como en la actividad científica que se generaría durante un mínimo de 65 años. La inversión anual en las Islas sería de más de 25 millones de euros, tanto en gastos de personal como contratos de diversos suministros. El modelo que el TMT considera viable para la operación en Canarias contempla dos sedes vinculadas al Instituto de Astrofísica de Canarias: una en La Palma y otra en Tenerife, con un total de más de un centenar de personas, entre científicos, ingenieros y administrativos.**

competido proceso de selección que hizo descartar otras opciones en diferentes lugares del mundo, y en 2017 se firmó un acuerdo que regula las condiciones para esa posible instalación del TMT en el Observatorio del Roque de los Muchachos, un acuerdo que contó en los años siguientes con un apoyo mayoritario de las instituciones españolas y canarias, y específicamente de la isla de La Palma.

El consorcio del TMT finalmente prevaleció en su litigio en la Corte Suprema de Hawái, pero cuando se reanudó la construcción en 2019, miles de personas ocuparon nuevamente la carretera durante meses. Decenas de personas fueron arrestadas o citadas.

Sin embargo, cuando la COVID-19 paralizó el mundo a principios de 2020 y todos abandonaron la montaña, un grupo de astrónomos y activistas inició un diálogo, fuera del ojo público, en un intento de generar confianza entre sí y resolver el *impasse*.

Después de todos los años de protestas que paralizaron la construcción del TMT en Mauna Kea y dividieron a comunidades en Hawái, se produjo un cambio importante en la gestión de la cumbre. Desde principios de 2023, una nueva junta de supervisión designada por el Estado se estuvo preparando para asumir la gestión de Mauna Kea. En julio de ese año comenzó formalmente un periodo de transición de cinco años. Luego, en 2028, la Autoridad de Supervisión de la Administración de Mauna Kea (MKSOA) asumirá la administración de la cima de la montaña, sustituyendo a la Universidad de Hawái, que es la que administra el observatorio desde 1968. La novedad es que la MKSOA incluye representantes tanto de observatorios astronómicos

como de comunidades nativas hawaianas. Sus miembros dicen que marca un nuevo enfoque, que por primera vez otorga a los nativos hawaianos un papel de voto en la supervisión de la cima de la montaña. Y aunque los miembros de la junta no quieren adelantarse al proceso, un compromiso emergente podría hacer que el asediado TMT se construya en Mauna Kea a cambio del desmantelamiento de varios telescopios más antiguos. No está nada decidido en firme, todavía, por lo que La Palma aún sigue en liza como alternativa para la ubicación de este telescopio gigante.

Sin embargo, otro nuevo problema, esta vez financiero, surgió hace pocos meses: la Fundación Nacional para la Ciencia de Estados Unidos, anunciaba en febrero de 2024 que solo habría dinero para apoyar uno de dos proyectos: el TMT en el hemisferio norte o el Telescopio Gigante Magallanes en el hemisferio sur, una decisión muy controvertida en la comunidad astronómica estadounidense. Sin saber aún cuál será la decisión, el futuro del TMT –y su definitiva ubicación– sigue estando en el aire.

### CIENCIA CON EL TMT

El TMT será uno de los observatorios terrestres más grandes del mundo y gracias a sus capacidades únicas brindará nuevas oportunidades de observación en prácticamente todos los campos de la astrofísica. Por destacar solo algunas de las áreas científicas clave:

- Exploración espectroscópica de las «edades oscuras», cuando se formaron las primeras fuentes de luz y los primeros elementos pesados del Universo.
- Exploración de galaxias y estructuras a gran escala en el universo temprano, incluida la era en la que se formaron la mayoría de las estrellas y los elementos pesados y se constituyeron por primera vez las galaxias del universo actual.
- Investigaciones de agujeros negros masivos a lo largo del tiempo cósmico.
- Exploración de los procesos de formación de planetas y caracterización de planetas extrasolares.
- Observaciones directas de exoplanetas de tipo terrestre.

Los Equipos Internacionales de Desarrollo Científico (International Science Development Teams, ISDT) del TMT son grupos de investigadores que trabajan juntos para proporcionar aportes científicos y retroalimentación al Comité Asesor Científico del TMT y al proyecto del telescopio en sí, con el objetivo de estimular la planificación de futuros programas de observación del TMT y para cimentar conexiones entre este y la comunidad astronómica internacional. Hay nueve ISDT, cada uno de los cuales se enfoca a actividades relacionadas con un objetivo científico específico: física fundamental y cosmología; el universo temprano; la formación de las galaxias y el medio intergaláctico; agujeros negros supermasivos; la Vía Láctea y galaxias cercanas; estrellas, física

estelar y el medio interestelar; la formación de las estrellas y los planetas; exoplanetas; nuestro Sistema Solar; y eventos variables y transitorios.

Además, como ha ocurrido con todos los aumentos anteriores de capacidad observacional de esta magnitud, es muy probable que el impacto científico del TMT vaya mucho más allá de lo que imaginamos hoy y realice descubrimientos que no podemos siquiera anticipar.

(Información elaborada por ÁNGEL GÓMEZ ROLDÁN, director de la revista *Astronomía*)

A la derecha, una de las propuestas de banner para redes sociales del TMT © Vicente González Fernández (ITC, Gobierno de Canarias)

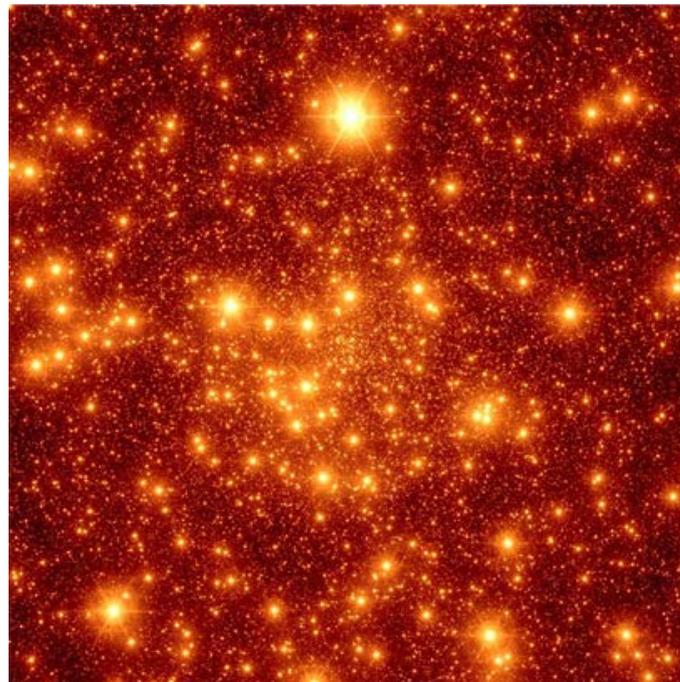


Imagen simulada en el infrarrojo cercano (20 segundos de exposición) de los 17" x 17" centrales del núcleo de la Vía Láctea, centrada en el agujero negro supermasivo Sgr A\*, con la resolución angular del TMT. La imagen contiene alrededor de medio millón de estrellas hasta la magnitud 25 en K, incluidas unas 2500 estrellas conocidas y una población teórica basada en las propiedades del bulbo galáctico. (Imagen TMT International Observatory)

## INFORME SOBRE EL IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO DEL TMT EN LA PALMA

El 13 de enero de 2020 tuvo lugar, en el Espacio Cultural de la Fundación CajaCanarias en Santa Cruz de La Palma, la presentación pública del Informe sobre el Impacto Socio-Económico del Telescopio de Treinta Metros (TMT) en la Isla, a cargo del profesor del Departamento de Economía, Contabilidad y Finanzas de la Universidad de La Laguna **Juan José Díaz Hernández**, autor del mismo. Este Informe muestra que la instalación del TMT en La Palma no solo sería un hito histórico para el desarrollo de la Astrofísica, sino que además tendría un significativo impacto económico en la Isla. Además del economista Juan José Díaz, intervinieron en el acto previamente el entonces presidente del Cabildo de La Palma, **Mariano Hernández Zapata**, y el director del IAC, **Rafael Rebolo**.

Hernández Zapata subrayó que “La Palma ya es, a día de hoy, punta de lanza como territorio señalado en todo el mundo por albergar infraestructuras científicas de primer nivel ligadas a la Astrofísica en el Observatorio del Roque de los Muchachos”. También recordó que, en el informe que hizo público el IAC en 2017, se recogía que el sector de la Astrofísica en Canarias suponía una contribución anual del 3,3% al Producto Interior Bruto (PIB) de La Palma y un 2,3% al empleo. También adelantó que según el nuevo estudio sobre el impacto socio-económico del TMT en La Palma, la actividad económica total asociada con esta instalación sería de una contribución anual al PIB del 6,53% y al empleo del 3,67%, de modo que el potencial del sector la Astrofísica en La Palma durante la década 2020-2030 llegaría a ser de una contribución anual al PIB del 9,86% y al empleo de hasta el 5,97.

Rebolo recordó que el objetivo del IAC es, principalmente, hacer ciencia frontera. “Nuestro instituto se crea para hacer ciencia y será muy importante la que se pueda realizar con una instalación como el TMT, si decide venir aquí. De ahí nuestro interés: además del impacto socio-económico, la comunidad científica española, incluido el IAC, tendrá a su disposición el 10% de esta instalación, libre de gastos.” Y añadió: “El Instituto tampoco es ajeno a aquello que pueda servir a los intereses y al bienestar general de la isla de La Palma. De ahí que también intentaremos que el impacto económico de esta instalación científica sea el mayor posible, con el mínimo impacto ambiental, y en beneficio de esta isla que nos acoge y a la que estamos profundamente agradecidos”.

### FASE DE CONSTRUCCIÓN

Según el Informe presentado por el economista Díaz Hernández, durante el periodo de construcción del TMT (en principio iba a ser de 2020 a 2029), la inversión anual de 40 millones de euros realizada en La Palma por el Consorcio Internacional promotor del TMT provocaría un incremento anual en la producción de bienes y servicios valorado en 103 millones de euros anuales, además de contribuir a generar y/o mantener 931 empleos al año a tiempo completo, lo que supondría un pago anual de renta salarial bruta de 21 millones de euros anuales. “La relevancia de este impacto económico –señaló el autor del Informe– queda puesta de manifiesto si consideramos que el valor de la producción generada por la construcción del TMT sería equivalente al 6,53% del PIB anual insular, generando el 3,67% del empleo anual asalariado en La Palma. Y se ha estimado que, en esta fase de construcción del

TMT, por cada euro gastado por el Consorcio internacional en La Palma se generarían 2,57€ de valor de la producción de bienes y servicios.” “Igualmente destacable –añadió– es la calidad del empleo generado, como se deduce del hecho de que la renta salarial bruta media anual del empleo generado por el TMT (22.700€/año) es un 10,4% superior a la media de Canarias”.

Finalmente, subrayó que la contribución de la actividad económica impulsada por la presencia del TMT en La Palma daría lugar a una recaudación impositiva anual de 7.163.386€ y al pago de cuotas a la Seguridad Social por valor de 5.998.057€ anuales, lo que implica que la recaudación anual de las administraciones públicas estatal, autonómica y local ascendería a 13.161.443€ al año.

### FASE DE OPERACIÓN

En la fase de operación científica, que cuando se hizo el informe tenía previsto comenzar en 2030, el Consorcio Internacional del TMT impulsaría la actividad económica palmera mediante un gasto anual de 25 millones de euros, de los que el 82,5% se ejecutaría en La Palma. El funcionamiento del TMT provocaría un incremento en la actividad económica desarrollada en la Isla por el IAC, además de atraer nuevas actividades, tales como un incremento en el número de turistas al Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos y la celebración de eventos científicos en la isla palmera. El impacto económico anual de toda esta actividad impulsada por la presencia del TMT en La Palma puede estimarse en un valor de la producción de bienes y servicios, que ascendería a 74,5 millones de euros anuales, lo que representa el 4,81% del PIB anual palmero.

Asimismo, el funcionamiento del TMT generaría o contribuiría a mantener 745 empleos a tiempo completo al año en La Palma, lo que representaría el 3,67% del total de empleo anual asalariado en La Palma. “La relevancia del impacto económico de esta fase de funcionamiento del TMT –subrayó Juan José Díaz– queda puesta de manifiesto si tenemos en cuenta que por cada euro gastado en La Palma se generarían 3,37€ de valor de la producción de bienes y servicios al año. La renta salarial bruta media anual del empleo generado por el TMT (29.400€/año) sería un 45,6% superior a la media de Canarias”.

Juan José Díaz señaló por último que la actividad económica impulsada por la fase de funcionamiento del TMT en La Palma daría lugar a una recaudación impositiva anual de 6.093.271€ y al pago de cuotas a la Seguridad Social por valor de 6.216.371€ anuales, lo que significa que la recaudación anual de las administraciones públicas estatal, autonómica y local ascendería a 12.309.642€ al año durante los 75 años de vida del telescopio.

Al acto también asistieron el director general de la Fundación CajaCanarias, **Alfredo Luaces**, la subdirectora del IAC, **Casiana Muñoz Tuñón**, el responsable de la Oficina de Proyectos Institucionales y Transferencia de Resultados de Investigación del IAC, **Anselmo Sosa**, y el entonces administrador del ORM, **Juan Carlos Pérez Arencibia**, quien actuó como conductor del acto.



Portada del Informe

# Declaraciones institucionales TMT

Gobierno de Canarias, Parlamento de Canarias, Cabildos, Ayuntamientos, Congreso de los Diputados, Senado y más de cien organizaciones socioeconómicas de La Palma



Logos de las empresas firmantes del "Manifiesto ciudadano en apoyo al TMT."



Representantes políticos de instituciones canarias visitan el Gran Telescopio Canarias (GTC) acompañados por el director del IAC, personal del telescopio y el administrador del Observatorio. © Iván Jiménez (IAC)



### DECLARACIÓN DEL GOBIERNO DE CANARIAS DE APOYO A LA INSTALACIÓN DEL TELESCOPIO DE TREINTA METROS (TMT) EN LA ISLA DE LA PALMA

El Thirty Meter Telescope (TMT) International Observatory (TIO, por sus siglas en inglés) es una organización sin ánimo de lucro, creada en mayo del 2014 para llevar a cabo las fases de construcción y posterior operación del Telescopio de Treinta Metros (TMT). La organización, formada por ocho socios, cuenta con participación tanto pública como privada, y son instituciones de un gran prestigio internacional, como el Consejo Nacional de Investigación de Canadá y la Universidad de California, o el Observatorio Astronómico Nacional de la Academia de Ciencias de China (NAOC) y el Instituto Nacional de Ciencias Naturales de Japón.

Esta organización decidió situar esta nueva infraestructura científica en la isla de Maunakea, tras un riguroso proceso de selección en el que también se presentó la candidatura del Instituto Astrofísico de Canarias con su propuesta de emplazamiento en la isla de La Palma.

El Telescopio de Treinta Metros (Thirty Meter Telescope, TMT) será el telescopio terrestre más avanzado y potente de la historia, así como el telescopio óptico infrarrojo más grande del hemisferio norte que existirá en ese momento. Su diámetro entre los denominados de tipo Telescopio Extremadamente Grande por el diámetro de su espejo.

Desde el punto de vista económico, la construcción del TMT supone una inversión cuantificada, según la propuesta formulada, en más de 1.400 millones de dólares provenientes de fundaciones, universidades, institutos y organizaciones de países como Estados Unidos, Canadá, Japón o China, entre otros.

El TMT proporcionará el empleo necesario, así como las oportunidades y posibilidades para que las empresas contribuyan al desarrollo, operatividad y mantenimiento del TMT. Durante los 8 o 10 años que durará la construcción, el TMT creará cientos de empleos directos e indirectos, con efectos locales en construcción y explotación. Una vez el telescopio se complete, el TMT gastará alrededor de 26 millones de dólares al año en operaciones de observación y empleará a unos 140 empleados, lo que repercutirá en empleo de residentes en las islas.

Los acontecimientos que se vienen produciendo en Maunakea (Estado de Hawái) con interrupciones continuas en el proceso de construcción del Telescopio de Treinta Metros pueden abrir una ventana de oportunidad para su instalación en la isla de La Palma.

Si conseguimos que el TMT se instale en La Palma, significaría que tendríamos en Canarias la infraestructura científica más importante de España y la decima de Europa y situaríamos a Canarias en la vanguardia del conocimiento del universo.

En estas condiciones queremos reconocer y hacer público nuestro apoyo a las gestiones realizadas por el Instituto de Astrofísica de Canarias y a las administraciones públicas destinadas a crear las condiciones necesarias para que esta infraestructura científica pueda instalarse en la isla de La Palma. A tal fin, mostramos nuestro apoyo a la instalación del TMT en el Roque de los Muchachos en La Palma y declaramos lo siguiente:

1) La instalación del TMT, además de su relevancia científica a nivel internacional, tendrá una

institucional que le permiten acoger con plenas garantías una instalación tan singular como el TMT.

2) Para la sociedad canaria, en general, y para las personas que residen en la isla de La Palma, en particular, supondrá una fantástica oportunidad de acoger en su territorio a las personas que trabajan en el proyecto TMT, a la vez, que ofrecen todos los recursos materiales y humanos para que el proyecto sea todo un éxito.

Por las razones ya expuestas, apoyamos la instalación del TMT en la isla de La Palma y ofrecemos nuestra ayuda y colaboración.

En Canarias, a 5 de septiembre de 2019



### DECLARACIÓN INSTITUCIONAL Apoyo del Parlamento de Canarias a la instalación del Telescopio de Treinta Metros (TMT) en La Palma

La isla de La Palma, con el Observatorio del Roque de los Muchachos del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), fue seleccionada en el año 2016 como lugar alternativo para la instalación del Telescopio de Treinta Metros (TMT), en caso de que no pudiera construirse en Mauna Kea (Hawái). Canarias podría albergar el que será el telescopio más grande del hemisferio norte durante muchas décadas.

El TMT es un proyecto excepcional, de auténtica vanguardia científico-tecnológica y absoluta referencia mundial tanto por sus medios materiales como humanos. La presencia en Canarias del TMT y su equipo internacional sería un gran paso en la estrategia de nuestro archipiélago para promover relaciones de cooperación con otros países, ahondando en su proyección científico-técnica. Este proyecto aportará al mundo avances científicos de primer nivel y, específicamente a la sociedad palmera y a la canaria, múltiples beneficios de índole socio-económica y cultural, ofreciendo a las actuales y futuras generaciones de jóvenes canarios una oportunidad única para formarse y trabajar durante décadas en ámbitos punteros de la ciencia y la tecnología.

El Parlamento de Canarias declara su apoyo unánime a la instalación de TMT en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en el municipio palmero de Puntaorda. Las condiciones naturales de las islas y el apoyo de sus instituciones, sumados a la capacidad científica y tecnológica de este telescopio, permitirán desarrollar una ciencia única y excepcional en Canarias, que recibirá un amplio reconocimiento internacional y consolidará nuestro archipiélago como un lugar de encuentro para la ciencia mundial.

### PROPOSUETA DE DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

#### APOYO DEL CONGRESO DE LOS DIPUTADOS A LA INSTALACIÓN DEL TELESCOPIO DE TREINTA METROS (TMT) EN LA PALMA

La isla de La Palma, con el Observatorio del Roque de los Muchachos del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), fue seleccionada en el año 2016 como lugar alternativo para la instalación del Telescopio de Treinta Metros (TMT), en caso de que no pudiera construirse en Mauna Kea (Hawái). Canarias podría albergar el que será el telescopio más grande del hemisferio norte durante muchas décadas.

El TMT es un proyecto excepcional, de auténtica vanguardia científico-tecnológica y absoluta referencia mundial tanto por sus medios materiales como humanos. La presencia en Canarias del TMT y su equipo internacional sería un gran paso en la estrategia de nuestro archipiélago para promover relaciones de cooperación con otros países, ahondando en su proyección científico-técnica. Este proyecto aportará al mundo avances científicos de primer nivel y, específicamente a la sociedad palmera y a la canaria, múltiples beneficios de índole socio-económica y cultural, ofreciendo a las actuales y futuras generaciones una oportunidad única para formarse y trabajar durante décadas en ámbitos punteros de la ciencia y la tecnología.

El Congreso de los Diputados declara su apoyo unánime a la instalación de TMT en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en el municipio palmero de Puntaorda. Las condiciones naturales de las islas y el apoyo de sus instituciones, sumados a la capacidad científica y tecnológica de este telescopio, permitirán desarrollar una ciencia única y excepcional en Canarias, que recibirá un amplio reconocimiento internacional y consolidará nuestro archipiélago como un lugar de encuentro para la ciencia mundial.

C-DIP 7488 17/09/2019 17:03



## TESTIMONIOS "TMT LA PALMA, YO SÍ QUIERO"

"TMT La Palma, yo sí quiero" fue una serie que recogía manifestaciones de apoyo a la instalación del Telescopio de Treinta Metros (TMT) en la isla canaria de La Palma. Estos testimonios, que el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) estaba recibiendo de distintos sectores de la sociedad, como lo fueron en su día las declaraciones institucionales de ayuntamientos, cabildos, parlamentos y gobiernos regional y nacional, se compartieron periódicamente en las redes sociales del IAC.

José Neftalí Guillén Pérez, natural de Los Llanos de Aridane (La Palma) y físico y profesor de Informática de formación profesional en el IES Pérez Pulido: "Quería aportar mi visión académica sobre el proyecto futuro del TMT, gracias a la experiencia en estas aulas de estas islas, donde estamos formando talento en redes, mantenimiento, programación web... Pienso que una iniciativa como este telescopio, puede ofrecer grandes oportunidades para que estos chicos sepan desarrollar sus conocimientos, su aporte humano para que técnicamente el proyecto sea viable, y también, colaborar para que la isla se desarrolle un poco más. Evidentemente, ayudaría a que los formadores, que también llevan por detrás un gran trabajo, y los institutos, que dan apoyo material y humano a la formación de estos chicos, puedan dar una publicidad mucho mayor a la isla, darse a conocer, y entender que ellos aportan mucho más de lo que parece y, en fin, pueden dar otra visión, más allá de la económica, en ese pequeño segmento que es la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica. Y ahora, que ellos también puedan aportar su visión sobre este proyecto: "Sí al TMT".



## TESTIMONIOS “TMT LA PALMA, YO SÍ QUIERO”

**Juan Cruz Ruiz**, periodista y escritor tinerfeño y premio Canarias 2000 de Literatura: “Vi nacer el Astrofísico, las dificultades que tuvo para crecer, vi cómo se desarrolló a pesar de las resistencias canarias y españolas. Ahora es una realidad que se completa con el Telescopio de Treinta Metros, el cielo de Canarias es el territorio más libre del mundo. El gran telescopio de 30 metros ayudará a mirarlo mejor. ¡Háganlo!”.

**José Jaubert**, abogado y presidente del Real Club Náutico de Santa Cruz de La Palma: “Apoyar la instalación del TMT en la isla de La Palma creo que es una obligación de todos los palmeros. Desde el Real Club Náutico de Santa Cruz de La Palma, como sociedad civil que representamos aparte de los mismos, queremos hacernos partícipes de dicho proyecto y que a su vez sea un apoyo, no solo de la comunidad científica internacional, sino también un apoyo a un proyecto que aporta muchas bondades para la La Palma. Creo que es obligación de todos que ese proyecto sea una realidad en la isla”.

**Héctor de Paz**, ingeniero informático palmero del GTC: “Conseguir una infraestructura como el TMT para la isla de La Palma supondrá un avance muy importante a nivel económico para todos los palmeros, por la sencilla razón de que toda la infraestructura que se requiere para su construcción saldrá de infraestructuras palmeras, los puestos de trabajo que se generen para su construcción saldrán también de la isla de La Palma, y eso generará un nicho de mercado para las empresas muy importante. También debemos valorar que los puestos de trabajo que generará son puestos de trabajo cualificados, bien remunerados y que no abundan en la isla. Este tipo de oportunidades son pocas y se deben aprovechar”.

**Anelio Rodríguez Concepción**, filólogo, profesor y escritor palmero, premio Ciudad de Santa Cruz de Tenerife y premio Tilfos de la ONCE: “Por supuesto que apoyo, incondicionalmente, al TMT para La Palma, eso no tiene vuelta de hoja. Creo que es importante para La Palma y para la ciencia que se pueda desarrollar todo el potencial que trae consigo ese telescopio en un espacio único que es el del Roque de los Muchachos. ¿Cómo no va a venir aquí? Hay que intentarlo con todas nuestras fuerzas, por el bien de todos”.

**Cristina Ramos**, astrofísica palmera e investigadora Ramón y Cajal en el Instituto de Astrofísica de Canarias: “Por supuesto que apoyo que el TMT venga a La Palma, porque creo que es una oportunidad fantástica. La Palma es uno de esos sitios en los que tenemos una ventana para observar el Universo y yo, como palmera, de hecho, me hice astrofísica por crecer en La Palma y por estar en contacto con los telescopios. Creo que el hecho de que un telescopio tan grande venga a La Palma es fundamental para la ciencia y también para que muchos niños y jóvenes, como yo en su día, se enamoren de la astrofísica y se hagan investigadores”.

**Antonio González**, guía Starlight y astrofotógrafo palmero, experto en astroturismo y gerente de Cielos-LaPalma.es: “Yo, como palmero, estoy a favor del TMT porque, como se ha demostrado, la colocación de un telescopio en las cumbres de nuestra isla beneficia no solo al mundo científico, sino también al turismo y a la divulgación científica, y se ha puesto de manifiesto en estos años que ha sido un beneficio también económico a nivel insular”.

**Aythami Yeray Peñate**, técnico informático y de comunicaciones del IAC en el CALP (Centro de Astrofísica de La Palma): “Apoyo la instalación del TMT en la isla de La Palma porque creo que supondrá un gran impulso para el Observatorio, y yo creo que un gran impulso para el Observatorio es bueno para todos los palmeros. Soy palmero y llevo trabajando arriba muchos años y para mí eso ha supuesto tener una gran oportunidad laboral. Creo que cualquier impulso que se le dé al Observatorio va a ser bueno para todos los palmeros, especialmente los que vengan detrás, y que en un futuro puedan tener las mismas oportunidades que he tenido yo”.

**Tomás Barreto**, presidente de la Federación de Empresarios de La Palma (Fedepalma): “Desde el punto de vista de los empresarios de la isla de La Palma, la implantación del TMT, el Telescopio de Treinta Metros, es muy positiva para la isla. Desde ahí, desde su implantación, desde su instalación, ya habrá actividad para muchos sectores de la economía palmera. Eso ya es importante, generará empleo, generará posibles actividades posteriores relacionadas con la propia industria óptica o de varias especialidades. Y, por supuesto, también abrirá caminos para que muchos jóvenes puedan ganar afición hacia la astrofísica, estudiar sus carreras y desarrollarse

profesionalmente: Así que, por todos esos conceptos, los empresarios decimos TMT, sí o sí”.

**Mary Barreto**, ingeniera industrial palmera, directora técnica del Telescopio Solar Europeo (EST) y embajadora de Buena Voluntad de la Reserva Mundial de la Biosfera LA PALMA: “Hacer realidad el TMT, con sus treinta metros de espejo primario, será un gran reto tecnológico y científico. Los grandes telescopios son proyectos únicos, que suponen un gran esfuerzo e inversión. Perdimos el ELT, que se construye ya en Chile, y ahora debemos todos trabajar duro para que el TMT se haga realidad en La Palma. Cuando estudiaba ingeniería, mi mayor pena era que tendría que trabajar lejos de la isla. El Observatorio del Roque me ha permitido desarrollar treinta y seis años de trabajo tecnológico puntero junto a muchos palmeros, y doy fe, que con gran respeto por la isla. He visto evolucionar el Observatorio con la isla y la isla con el Observatorio. Es por ello que todos los palmeros a una debemos apoyar al TMT. Como ingeniera y como palmera, yo apoyo al TMT”.

**Nicolas Melini**, escritor, editor y cineasta palmero, director del Festival Hispanoamericano de Escritores: “Yo apoyo la instalación del TMT en La Palma, como no podría ser de otro modo. Me parece muy importante hacer caso a los sabios, que la humanidad tiene que prepararse para salir de este planeta. La Palma tiene que estar a la altura de la historia, un telescopio como el TMT es fundamental para que podamos estar lo mejor preparados posibles en un futuro”.

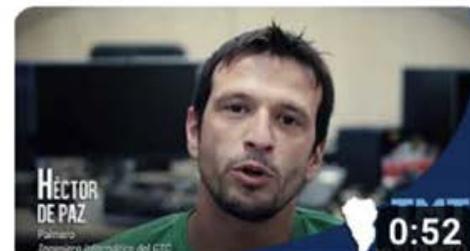
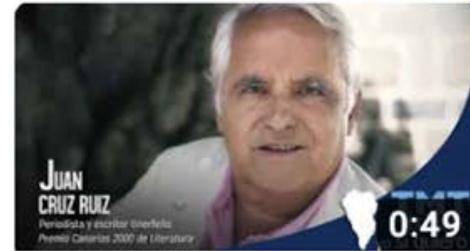
**Eva Gloria Álvarez Noda**, gerente de comercio de la Asociación de Empresarios del Casco Histórico de Santa Cruz de La Palma: “Para el sector empresarial palmero es importante el TMT, primero, por una parte, por seguir posicionando a la isla de La Palma en ese mundo de la ciencia como puntero en el mundo de la astrofísica. Eso implica que la gente se sienta atraída por venir a visitar la isla, atracción de ese turismo que pueda venir a ver el Astrofísico y, por lo tanto, a ver el resto de la isla y mejorar en ese aspecto la economía palmera. Y, por otro lado, por la cantidad de empleo que puede generar la construcción en un primer momento y, luego, la puesta en funcionamiento de esas instalaciones tan importantes para la isla. Creemos desde nuestra asociación que es importante ese impulso de la economía que puede generar la instalación del TMT en el Roque de los Muchachos, es importante para que el sector empresarial palmero crezca y el sector comercial se pueda seguir desarrollando”.

**Alejo Manuel Pérez “Leo”**, taxista de la isla de La Palma: “Soy un taxista de Santa Cruz de La Palma que por circunstancias de la suerte llevo bastantes años haciendo un servicio al Observatorio aquí en la isla y creo que el TMT debería ser instalado aquí porque es una gran oportunidad para la mejora de la economía en La Palma, en Canarias en general, y sería un gran paso para la ciencia en lo que es a nivel nacional, así que no hay mucho más que añadir”.

**Bruno Mesa**, escritor y traductor tinerfeño y premio internacional de Relato Breve Julio Cortázar: “Soy canario, apoyo la instalación del TMT y creo que el conocimiento científico es esencial y que no podemos ir en contra de ese progreso, de esa aventura”.

**Isabel Plasencia**, técnica informática y de comunicaciones del IAC en Tenerife: “Yo sí apoyo el Telescopio de Treinta Metros en la isla de La Palma. Siempre recuerdo con mucha ilusión la primera vez que vi el Observatorio del Roque de los Muchachos. Cuando se construyó, yo era muy joven y siempre quise estar vinculada al mundo de la investigación o de la tecnología. Creo que es una gran oportunidad para todos los palmeros poder desarrollarnos en esos ámbitos. Por eso, sí quiero el TMT en La Palma”.

**Milagros Fuentes**, abogada palmera y adjunta del diputado del Común de Canarias: “Mi manifestación en el día de hoy es para apoyar el TMT para la isla de La Palma. Considero que la ciencia es un progreso humano que tenemos que tener en cuenta para todo: social, científico y, sobre todo, en el mundo que vivimos, de la isla y de Canarias, donde cada vez la población está en un sentido decreciente y en esta isla no podemos avanzar, y es necesario avanzar. Yo me considero una privilegiada y quiero que todas las generaciones venideras se consideren igual que yo y vuelvan a esta isla, donde las fuentes de riqueza son muy escasas, donde el trabajo que existe es una precariedad y, para ello, quiero riqueza, bienestar y futuro en la isla de La Palma”.



## TESTIMONIOS “TMT LA PALMA, YO SÍ QUIERO”

**Luis Manuel Hernández Bienes**, empresario palmero y expresidente de Bodegas Teneguía: “En los últimos años ha disminuido en La Palma el número de habitantes. Por eso creo que es necesario implementar medidas para que nuestros jóvenes puedan estudiar en la isla y ejercer profesionalmente. Creo que la ciencia es el camino a seguir, y creo que es importantísimo para llevar esto adelante que en La Palma se instale el TMT. Creo en el TMT y creo en su instalación pronta en La Palma, porque lo necesitamos”.

**Antonio Cabrera**, Dr. en Astrofísica, natural de La Palma y Jefe de Operaciones Científicas del GTC: “Hay que apoyar la instalación de un telescopio como el TMT. Básicamente, porque si queremos mantener La Palma como un lugar puntero en la investigación astrofísica, tenemos que contar con las mejores instalaciones y el TMT va a ser uno de los tres mayores telescopios del mundo, van a hacer una ciencia única, y el poder realizarla desde nuestro observatorio nos va a mantener en el lugar en el que estamos ahora. Si La Palma no contara con ese telescopio, a pesar de contar con otras instalaciones, como el CTA, o las que ya están actualmente instaladas, digamos que nos haría perder un poco de impulso en la carrera por mantenernos en el top 3 de observatorios del mundo. Y, además, como instalación que va a requerir mucho soporte de personal cualificado, es una oportunidad única para que el personal cualificado y preparado de la isla pueda optar a incorporarse a la instalación. Vamos a hablar, probablemente, de duplicar los puestos laborales del Observatorio del Roque de los Muchachos, solamente por el mantenimiento e instalación de este telescopio. Es una oportunidad que no podemos desaprovechar”.

**Rafael Yanes Mesa**, diputado del Común de Canarias: “Estoy totalmente a favor de la instalación del TMT en la isla de La Palma, creo que es una oportunidad histórica, que no debemos perder, para el desarrollo de la isla de La Palma, para la creación de puestos de trabajo y, sobre todo, para que la isla se convierta en una referencia mundial en el mundo científico. Creo que serían muchas las visitas, serían muchos los científicos que se trasladarían a La Palma, y esto repercutiría en el desarrollo económico de la isla”.

**Alberto Ruy-Sánchez**, escritor y editor mexicano, director general de la revista Artes de México: “Yo apoyo la instalación del Telescopio de Treinta Metros en La Palma. Como escritor hispanoamericano me siento especialmente orgulloso de que este avance científico que nos da el Telescopio de Treinta Metros en La Palma, se instale en España y particularmente en estas islas, que son las más cercanas a América”.

**Óscar León**, empresario palmero y presidente del Centro de Iniciativas Turísticas (CIT) Tedote: “Desde el sector turístico, todo nuestro apoyo a la instalación del TMT en la isla, ya no solo por lo que significan los más de mil millones de inversión, tanto en la construcción como después en el mantenimiento, lo que significan puestos de trabajo, lo que significa en todo ese movimiento que se genera de idas y venidas de los propios trabajadores, encargados científicos... Así como poner a la isla en los primeros puestos de la comunidad científica internacional, lo que también serviría para situar a La Palma como destino turístico en el mapa mundial. Por todas estas cuestiones, entendemos que debemos dar toda la sociedad palmera, y somos parte de ella, debemos dar nuestro apoyo y facilitar el que se decidan por La Palma y que lo antes posible se esté construyendo”.

**María Rosa Abreu**, camarera de piso en el Hotel Valle de Aridane, La Palma: “Estoy de acuerdo con que llegue a La Palma el Telescopio de Treinta Metros, produciría trabajo y daría trabajo para mucha gente que estamos sin empleo. Me gustaría que fuera así porque la verdad es que vamos cortos de trabajo para todos y sería mejor para la isla, más futuro para ella, para nuestros nietos y nuestros hijos, que todavía están ahí batallando”.

**Victor Hugo Rodríguez**, presidente de JUVENPALM (Juventud Empresarial de La Palma): “Desde JUVENPALM, entendemos como una estupenda oportunidad la llegada del TMT a la isla de La Palma, no solo como una oportunidad de reactivar la economía de la isla y la repoblación de la misma, sino también para ponerla en el candelero a nivel mundial, en el candelero del astroturismo, el intelectual y el de la llegada de muchísimas nuevas profesiones y muchísimos nuevos puestos de trabajo en la isla de La Palma. Toda la sociedad civil, incluidos los jóvenes empresarios de esta isla apoyamos la llegada del TMT a La Palma”.

**Juan José Díaz Hernández**, economista y profesor de la ULL: “Como economista y autor del estudio del impacto económico del TMT en La Palma, me gustaría destacar su significativa contribución al desarrollo económico de la isla palmera, no solo en lo que es generación de empleo, donde las cifras son muy importantes, rondando casi el millar de empleos, sino, asimismo, en lo que es la generación de riqueza y actividad económica

para el conjunto del tejido empresarial palmero. A estos datos más concretos, más económicos, habría que añadir una serie de intangibles que también aportará el TMT a la economía palmera, como es la apuesta por un modelo de desarrollo sostenible y la posibilidad de diversificar el tejido productivo, incorporando actividades de alto valor añadido respetuosas con el medio ambiente. Es por ello por lo que desde el punto de vista económico no hay grandes dudas sobre la relevancia de la contribución del TMT a la economía de la isla”.

**David Dorta**, director del Hotel Valle de Aridane en La Palma: “La instalación del TMT en La Palma supondría un revulsivo de dimensiones impresionantes para la isla de La Palma, ya desde su propia construcción durante diez años, haciendo posible la repoblación de toda la comarca norte de la isla, y luego, la posibilidad de que nuestros grandes talentos, nuestros grandes valores, los jóvenes, a través de nuevas carreras y nuevas formaciones, puedan quedarse en la isla e, incluso, retornar muchos de aquellos que hemos perdido por la falta de población. Desde luego, sería un acontecimiento extraordinario en la isla, tanto a medio como a largo plazo”.

**Daina Gallizio**, emprendedora y guía Starlight en E-Bike Excursion Iside en La Palma: “Desde E-Bike Excursion Iside apoyamos la valorización del patrimonio y el patrimonio astrofísico es uno de nuestros ejes principales, sobre todo en la isla de La Palma, donde como bien conocemos, sus cielos son mundialmente conocidos. Desde E-Bike Excursion Iside, que somos también guías Starlight, apoyamos el conocimiento y la difusión de la ciencia vinculada al cielo nocturno. Y, para nosotros, el TMT es una gran apuesta, que viene a poner en valor la ciencia, difundirla entre la población y, además, también repercutir positivamente en la economía local e insular. Por lo tanto, apoyamos al TMT”.

**Alberto de Paz**, cantautor palmero y coordinador del Proyecto Semilla de activación artística y cultural: “Con la llegada del TMT a la isla de La Palma, o esa posibilidad, tenemos una oportunidad de oro para ser el mejor lugar del mundo para observar las estrellas, para observar ese Universo y todas esas incógnitas que nos da. Junto con los Cherenkov, los MAGIC, el centro del Roque de los Muchachos, con el TMT, se puede convertir en algo verdaderamente espectacular, único y un centro para todos. Y es una oportunidad de trabajo para todos los habitantes de la isla y para todo el colectivo científico del mundo, así que hay que dar toda la fuerza para que el TMT llegue a La Palma. Yo sí quiero el TMT”.

**Rosa María Aguilar**, rectora de la Universidad de La Laguna y catedrática de Ingeniería de Sistemas y Automática: “La Universidad de La Laguna apoya la instalación del TMT en la isla de La Palma. Será una plataforma de referencia mundial que permitirá el avance de la investigación en astrofísica en Canarias y, además, será un polo de atracción de talento internacional. Todo ello servirá para reforzar el Instituto de Astrofísica de Canarias, un centro de excelencia con el que la Universidad mantiene estrechas relaciones”.

**Aarón García Botín**, natural de Barlovento (La Palma) y periodista en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC): “Apoyo totalmente la instalación del Telescopio de Treinta Metros en la isla de La Palma. Como palmero, desde que era muy pequeño, contemplaba el cielo y las estrellas con fascinación sin saber muy bien qué pasaba. Y hoy en día, que he crecido, y como periodista, he comprendido que seguimos sin conocer mucho de lo que pasa en el Universo, y la instalación de este telescopio nos ayudaría a saber qué es lo que está pasando más allá de lo que nuestros ojos alcanzan a ver”.

**Jorge Gmelch Ramos**, natural de La Palma y jefe de Servicios y Mantenimiento del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM): “La llegada del TMT significaría, en vista de ciudadano palmero, un beneficio para la economía de La Palma, por supuesto. Pero principalmente para el Observatorio, como trabajador, que llevo años desarrollando mi labor de técnico, este tipo de instalaciones cabría muy bien en dicho Observatorio, respetando el medio ambiente, que todo este tipo de instalaciones tienen el menor impacto posible, porque se cuida mucho. Nos vamos a beneficiar tanto en cuestión económica como de astronomía a nivel mundial para la isla de La Palma, así que yo apoyo totalmente la llegada del TMT”.

**Vanessa Afonso Plasencia**, natural de La Palma y vigilante de seguridad: “Yo estoy a favor de que el TMT venga a la isla, porque traerá muchos puestos de trabajo, un futuro turístico y el día de mañana mis hijos pueden trabajar en el TMT”.



## TESTIMONIOS “TMT LA PALMA, YO SÍ QUIERO”

**Alberto Hernández Fernández**, ingeniero industrial palmero en el departamento de Electrónica del IAC: “Decía hace unos días don Pedro Álvarez, el primer director de GRANTECAN, en este mismo foro, que La Palma es una isla que envejece, que no prospera. Yo opino que además de que la estadística le da plenamente la razón, las sensaciones y los intangibles entre los jóvenes apuntan en la misma dirección. Soy de La Palma y, a los 17 años, dejé atrás mi isla, mi familia y a mis amigos, para irme a estudiar Ingeniería Industrial a la Universidad Politécnica de Madrid. Al terminar la carrera, decidí que, si las oportunidades eran mínimamente favorables, quería volver a Canarias. Ahora trabajo aquí, en el Instituto de Astrofísica de Canarias y me siento un verdadero privilegiado por poder hacerlo. Porque deseo que el futuro de la juventud palmera sea prometedor, emocionante y vibrante y porque la isla se llene de nuevo de vida, yo apoyo al TMT”.

**Antonio Tabares**, dramaturgo palmero y premio de Teatro Iberoamericano Tirso de Molina por “La punta del iceberg”: “Como palmero y como escritor, apoyo totalmente sin fisuras la instalación del Telescopio de Treinta Metros en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma. Me parece que la ciencia y la cultura, la literatura en mi caso, no solo no están reñidas, sino que están íntimamente ligadas, me parece que mirar lejos para tratar de desentrañar los misterios del Universo es también una manera de mirar en el interior del ser humano y que el TMT va a ser un instrumento fundamental para esa tarea. Por eso, repito, apoyo y respaldo a la instalación del TMT en la isla de La Palma”.

**Pedro Álvarez**, doctor en Astrofísica y primer director del Gran Telescopio Canarias (GTC): “Mi hijo trabaja en Alemania, ha tenido que emigrar porque no conseguía trabajos de los que le gustan, y bien remunerados, en esta isla. Eso les pasa también a otros padres en La Palma, formamos lo mejor posible a nuestros hijos y, al final, tienen que emigrar e irse a las islas capitalinas o mucho más lejos. Nos estamos convirtiendo en una isla de ancianos, de viejos, es la isla que menos prospera en población y que, cada vez, tiene la edad más avanzada. Estamos convirtiéndonos, como decía, en una isla de jubilados, de ancianos y necesitamos que nuestros jóvenes se queden a trabajar aquí, pero hay muy pocos puestos de trabajo que, realmente, satisfacen a la formación que ahora logramos dar a nuestros hijos. Por todo esto, y porque me gusta la ciencia, quiero que venga el TMT a La Palma”.

**Mercedes Hernández**, presidenta de la Federación de Asociaciones de Empresarios de La Palma (FAEP): “La construcción del TMT cuenta en nuestra isla con el respaldo unánime de todas las asociaciones que integran nuestra federación por su valor, por su impacto tecnológico, por su impacto científico a nivel mundial. Atraería a nuestra isla importantes beneficios socioeconómicos, no solo aquí, sino a nivel de Canarias. La creación de empleo, los datos que hemos conocido en este sentido, son el aliciente que necesita nuestro sector comercial y turístico y son el revulsivo para el crecimiento poblacional. Sería la justificación ideal para que nuevas familias se asentaran y crecieran aquí. Además, esta oferta, esta demanda de empleo, atraería a nuevos profesionales y daría a nuestros jóvenes un abanico de posibilidades en materia profesional y educativa de altísima cualificación y aquí, en nuestra isla. Es posible también que la construcción del TMT, y así apostamos por ello, se convierta en un revulsivo en las nuevas corrientes del *mindful travel*, que completaría y enriquecería nuestra propuesta y nuestro producto en el sector turístico. Todos estos ingredientes, que nos parecen sumamente importantes, son el punto de partida para nuestro sí rotundo en esta construcción y además creemos que se convertiría en la clave para reinventarnos, reinventar nuestra historia, reinventar nuestro futuro y, en definitiva, reinventar nuestra isla”.

**Carlos Lozano Pérez**, enólogo de Llanovid (Bodegas Teneguía), en La Palma, y presidente de la Asociación de Enólogos de Canarias: “No cabe duda de que sería una gran lotería que el gran Telescopio de Treinta Metros se instalara en la isla de La Palma. Yo lo veo, desde el mundo de la ciencia y la investigación, fundamental. Es algo a lo que no nos podemos negar, a la investigación del Cosmos y, por otra parte, al gran aprovechamiento que podría tener desde otros ámbitos, como el turismo, un turismo especializado como el Starlight o, incluso, no especializado, pero sí apasionado de este mundo. Aparte de esto, la gran cantidad de puestos de trabajo que puede crear y que podemos aprovechar y la gran profesionalidad que podríamos tener en la juventud en la isla de La Palma que, en lugar de irse fuera, podría tener cabida y estudios dentro de este gran telescopio. Por lo tanto, yo creo que es fundamental, casi podríamos decir que necesario, desde las autoridades y todos los agentes competentes que trajeran este gran telescopio a La Palma, para beneficiar no solamente a La Palma, yo creo que

también se beneficiarían Canarias y España. Sería poner en órbita a nivel mundial el nombre de La Palma y, por eso, lo apoyo sin ninguna duda”.

**Nieves Castro Rodríguez**, natural de Garafía (La Palma) y astrónoma de soporte del Gran Telescopio Canarias (GTC): “Soy astrónoma y palmera, concretamente de un pequeño pueblo del norte de La Palma, Garafía, donde están instalados los telescopios, y creo que eso hizo que desde pequeña sintiera curiosidad por este mundo de la ciencia, y de ahí, acabara estudiando una carrera de ciencias, concretamente, astrofísica. De igual manera, pienso que para los jóvenes que están estudiando ahora y los niños, estas instalaciones podrían ser también un aliciente para crear sus propias carreras científicas o tecnológicas. Por este motivo, creo que la existencia y la creación del TMT en La Palma sería una buena oportunidad para estos chicos, tanto para desarrollar sus carreras tecnológicas trabajando en el telescopio o en las instalaciones, como para la ciencia que se va a desarrollar con esta instalación tan importante en el mundo. Por eso, creo que el TMT tiene que construirse en La Palma”.

**Rafael Robaina Romero**, rector de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y catedrático de Fisiología y Biotecnología de Vegetales Marinos: “Como rector de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, creo que hablo en nombre de toda la comunidad docente y científica de nuestra universidad, para expresar nuestro apoyo a la instalación del Telescopio de Treinta Metros en la isla de La Palma, adscrito, por supuesto, al Instituto de Astrofísica de Canarias. Siempre será de agrado para la comunidad científica, en general, internacional, que ese Instituto, que es referencia mundial, sea dotado con los mejores medios, por el bien de la ciencia canaria, por el bien de la ciencia española, por el bien de la ciencia mundial y, cómo no, de la humanidad, dado el objetivo de exploración del Universo que siempre se ha trazado a los máximos niveles científicos.

**Alejandro Leal**, palmero e ingeniero de Operaciones en GRANTECAN: “Soy una nueva incorporación al GTC, al Gran Telescopio Canarias (GRANTECAN). Me incorporo como ingeniero de Operaciones y soy ingeniero técnico electrónico e ingeniero superior en automática y electrónica. Para realizar mis estudios tuve que desplazarme fuera, y el panorama que me encontré al volver a la isla, laboralmente, es bastante complicado ya que para los estudios que realicé no hay muchos puestos de trabajo, así que he tenido bastante suerte. El TMT va a generar muchos puestos de trabajo para personas que hayan realizado estudios similares a los míos, además, para los palmeros nos va a dar orgullo decir que vamos a estar viviendo en la isla con el telescopio más grande del mundo. Con todo esto, y por el futuro de muchos jóvenes palmeros, yo sí apoyo el TMT”.

**Jesús Mendoza**, residente en Fuencaliente y técnico de Mantenimiento en el Observatorio del Roque de los Muchachos: “Los beneficios del TMT para La Palma son varios. Entre ellos, podemos destacar un mayor reconocimiento de la astrofísica en España, a nivel de Canarias también y se nos haría un poquito más de publicidad de las islas, en especial de la isla de La Palma, donde queremos tener el TMT. Y aparte, también hay otro tipo de beneficios, como son puestos de trabajo, y esos puestos de trabajo conllevaría a que la gente se preparara mejor y fuera más cualificada para ocuparlos. Por eso, yo creo que deberemos apoyar que el TMT venga a La Palma”.

**Miguel Ángel Fuentes Ávila**, profesional hostelero, Guía Starlight e integrante del grupo de Facebook “La Palma quiere el TMT”: “Desde la plataforma de Facebook “La Palma quiere el TMT”, hemos trabajado durante todo este tiempo para que la ciudadanía de la isla de La Palma, de Canarias y del mundo entero, conocieran de primera mano lo importante que ha sido para la isla que el centro astrofísico del Roque de los Muchachos estuviera aquí. No solamente en lo que a puestos de trabajo se refiere, a la mejora de la economía de las familias palmeras, sino que, además, ha posicionado a la isla de La Palma como uno de los centros referentes en astrofísica a nivel mundial. Somos uno de los tres mejores centros astrofísicos del mundo. Por eso, si finalmente el TMT viene a la isla de La Palma, conseguiremos mejorar todas estas características, mejorar la economía, las telecomunicaciones, las comunicaciones con la isla y, por supuesto, seguir trabajando en la mejora del posicionamiento turístico de la isla y, también, seguiremos siendo uno de los referentes más importantes en lo que a astrofísica se refiere. Por eso, desde la plataforma de Facebook “La Palma quiere el TMT”, animamos a toda la ciudadanía a que empujen y apoyen este proyecto. Si queremos el TMT”.



## Colectivo @La Palma quiere el TMT

El IAC agradece a este colectivo, creado el 25 de julio de 2018 por **Miguel Ángel (Michel) Fuentes Ávila**, su apoyo incondicional para que este telescopio, ya con todos los permisos concedidos para su instalación en el municipio de Puntagorda, pueda venir finalmente a la isla de La Palma. También, la defensa que en su día hizo de la candidatura del ORM para albergar el Telescopio Europeo Extremadamente Grande (ELT) y que impulsó el “Manifiesto por el Derecho de La Palma a ser Estelar”, leído por la escritora palmera **Elsa López**. “La Palma es uno de los mejores sitios del mundo para la investigación de la astrofísica y queremos seguir siéndolo albergando el TMT en nuestras cumbres”, recoge este colectivo en sus redes sociales.



Arriba, algunos miembros del colectivo @La Palma quiere el TMT. Abajo, presentes en la lectura del “Manifiesto por el Derecho de La Palma a ser Estelar”. © M. Ángel Fuentes Ávila

# GRANDES HITOS DEL ORM

## Confirmada la presencia de un agujero negro en la nova recurrente V404 Cygni

A finales de la década de los años 80 se vivía un intenso debate sobre la existencia de los agujeros negros. Se conocían tres candidatos prometedores en sistemas binarios de rayos X, pero las masas medidas de los objetos compactos eran muy próximas al límite de estabilidad de las estrellas de neutrones. Existían, por otro lado, modelos alternativos que invocaban sistemas triples o la presencia de estrellas compactas de materia exótica. En este contexto se propuso que una prueba sólida de la existencia de agujeros negros sería la detección de un objeto compacto con una masa dinámica superior a 5 masas solares.

El astrofísico Jorge Casares, en su tesis doctoral sobre el estudio de la fuente de rayos X y nova recurrente V404 Cygni, utilizó en 1991 el telescopio William Herschel (WHT) y el telescopio Isaac Newton (INT), de La Palma, para realizar espectroscopía de alta resolución en el rango óptico de este sistema binario. A partir de estos datos observacionales se ha estudiado el sistema, analizando su geometría y separando sus componentes individuales, desarrollando un modelo que permitía reinterpretar con éxito la mayor parte de las propiedades de V404 Cygni. Así, se consiguieron resultados



Impresión artística del disco de acreción en torno al agujero negro V404 Cyg. En la imagen se aprecia el intenso viento detectado por el GTC. Créditos: Gabriel Pérez, SMM (IAC).

muy importantes, tales como las determinaciones de la clase espectral de la estrella secundaria, de la contribución relativa al continuo del disco de acreción, y, sobre todo, de la función de masas para el objeto compacto central. Las observaciones de Casares hallaron características espectroscópicas de absorción en V404 Cygni características de una estrella de tipo G tardía o K temprana con una curva de velocidad radial con una amplitud de  $211 \pm 4$  km/s-1 y un periodo de  $6,473 \pm 0,001$  días. La función de masa deducida de  $6,26 \pm 0,31$  masas solares era un límite inferior firme para la masa del objeto compacto, que para suposiciones razonables de inclinación orbital y masa de la estrella compañera debía de ser un agujero negro con una masa probable en el rango de 8 a 15,5 masas solares, lo que permitía descartar la mayoría de los modelos alternativos a los agujeros negros, y convirtiendo así a este sistema binario en el primer candidato firme a agujero negro de masa estelar.

Y después de 25 años de inactividad, el agujero negro de V404 Cygni tuvo un nuevo estallido en 2015. Gracias a su modo de operación altamente flexible, el Gran Telescopio Canarias (GTC) pudo tomar cientos de espectros ópticos de este objeto. Por primera vez, estos datos revelaron la presencia de un flujo de material neutro con altas velocidades en las capas externas del disco de acreción, lo cual permitió estimar la cantidad de masa expulsada durante los recurrentes estallidos del agujero negro. Además, el GTC estudió la luz infrarroja del disco de acreción de V404 Cygni durante el estallido. Se encontró que la polarización de la luz era mucho menor de lo que se esperaba, lo que implica que el campo magnético, que es directamente responsable de la polarización de la luz, es aproximadamente cuatrocientas veces más débil de lo previsto.

#### REFERENCIAS:

- Casares, J.; Charles, P.A.; Naylor, T. (1992). "A 6.5-day periodicity in the recurrent nova V404 Cygni implying the presence of a black hole". *Nature*, 355, 614.
- Muñoz-Darías, T. et al. (2016). "Regulation of black-hole accretion by a disk wind during a violent outburst of V404 Cygni". *Nature*, 534, 75.
- Dallilar, Y. et al. (2017). "A precise measurement of the magnetic field in the corona of the black hole binary V404 Cygni". *Science*, 358, 1299.
- Mata Sánchez, D. et al., (2018). "The 1989 and 2015 outbursts of V404 Cygni: a global study of wind-related optical features". *MNRAS*, 481, 2646.

## Contribución observacional de telescopios del ING y el NOT al descubrimiento de la expansión acelerada del Universo

Nuevos estudios de supernovas en los confines más lejanos del espacio profundo indican que el Universo se expandirá para siempre porque no hay suficiente masa en él para que su gravedad frene la expansión, que comenzó con el Big Bang. Este resultado se basa en el análisis de 42 de 78 supernovas de tipo Ia descubiertas por el *Supernova Cosmology Project*. Cuando la luz de las explosiones de supernova más distantes descubiertas por el equipo llegó a los telescopios de la Tierra, habían pasado unos siete mil millones de años desde que las estrellas explotaron. Después de un viaje así, la luz de las estrellas es débil y su longitud de onda se ha visto alargada por la expansión del Universo, es decir, se ha desplazado hacia el rojo. Comparando la tenue luz de las supernovas distantes con la de las supernovas brillantes cercanas, se podría saber qué tan lejos había viajado la luz.

Las distancias combinadas con los desplazamientos al rojo de las supernovas dan la tasa de expansión del Universo a lo largo de su historia, lo que permite determinar en qué medida se está desacelerando la tasa de expansión. Aunque no todas las supernovas de tipo Ia tienen el mismo brillo, su brillo intrínseco se puede determinar examinando la rapidez con la que se desvanece cada supernova.

Dado que las explosiones de supernova más distantes parecen tan débiles desde la Tierra, duran tan poco tiempo y ocurren a intervalos impredecibles, el equipo del *Supernova Cosmology Project* tuvo que desarrollar una secuencia estrechamente coreografiada de observaciones para realizarlas en telescopios de todo el mundo, entre ellos, los telescopios Isaac Newton (INT) y William Herschel (WHT), del ING, así como el telescopio nórdico NOT.

Mientras algunos miembros del equipo estudiaban galaxias distantes utilizando los telescopios más grandes de Chile y La Palma, otros en Berkeley recuperaban esos datos a través de Internet y los analizaban para encontrar supernovas. Una vez que detectaban una supernova potencial, se apresuraron a viajar a Hawái para confirmar su estado de supernova y medir los desplazamientos al rojo utilizando el telescopio Keck. Mientras tanto, los miembros del equipo en los telescopios en las afueras de Tucson y en La Palma estaban esperando para medir las supernovas a medida que se desvanecían.

Saul Perlmutter y sus colaboradores describieron la evidencia de una expansión acelerada del Universo basándose en esas observaciones en una reunión de la Sociedad Astronómica estadounidense en enero de 1998, y que luego publicaron en 1999 en la revista especializada *Astrophysical Journal*.

Llegar a estas supernovas más distantes nos enseña sobre la constante cosmológica. Si las supernovas recién descubiertas confirman la historia contada por las 42 anteriores, es posible que los astrofísicos tengan que invocar la constante cosmológica de Einstein para explicar la expansión acelerada del Universo observada. Esta constante cosmológica tiene hoy en día una interpretación en términos de densidad de energía del vacío que actúa en contra de la gravedad para producir la tasa de expansión acelerada observada.

Este trabajo de investigación -el artículo donde se presentaban los resultados es de los más citados en la historia del ORM- fue fundamental para el Premio Nobel de Física 2011, basado en el descubrimiento y seguimiento de supernovas de tipo Ia a alto corrimiento al rojo.

El *Supernova Cosmology Project* es una colaboración entre las siguientes instituciones: Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley (EEUU), Instituto de Astrofísica de Cambridge y Observatorio Real de Edimburgo (Reino Unido), LPNHE, París y College de France, París (Francia), Universidad de Barcelona (España), Grupo Isaac Newton, La Palma (Reino Unido y Países Bajos), Universidad de Estocolmo (Suecia), ESO (Chile), Universidad de Yale (EE. UU.) y STsci (EEUU).

#### REFERENCIA:

- Perlmutter, S. et al., (1999). "Measurements of  $\Omega$  and  $\Lambda$  from 42 High-Redshift Supernovae". *AJ*, 517, 565.

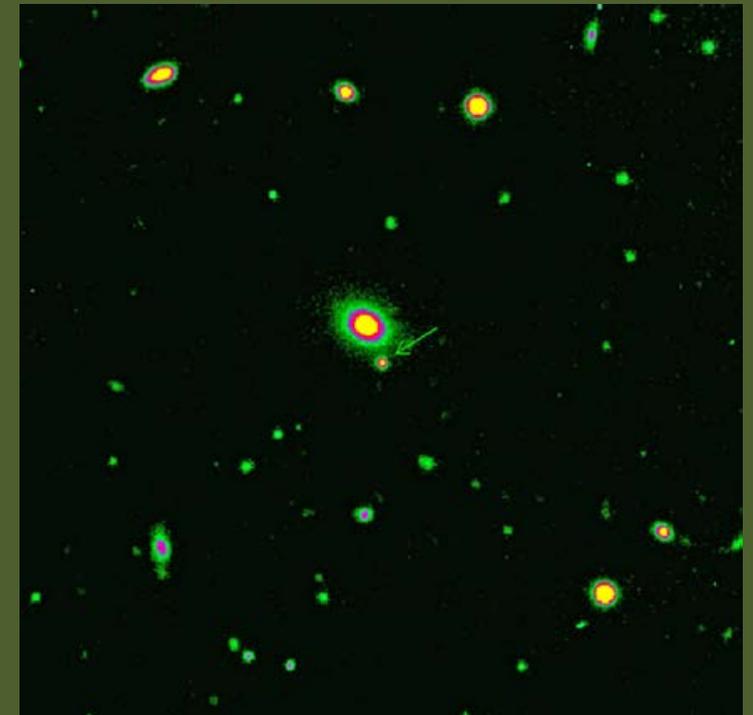


Imagen tomada en 1998 con el telescopio Isaac Newton de una de las supernovas distantes de tipo Ia, a miles de millones de años luz, utilizadas en el descubrimiento de la expansión acelerada del Universo. © S. Perlmutter et al., 1999, *Astrophys. J.*, 517, 565)

## GRANDES HITOS DEL ORM

### Los telescopios MAGIC detectan el primer estallido de rayos gamma en muy altas energías

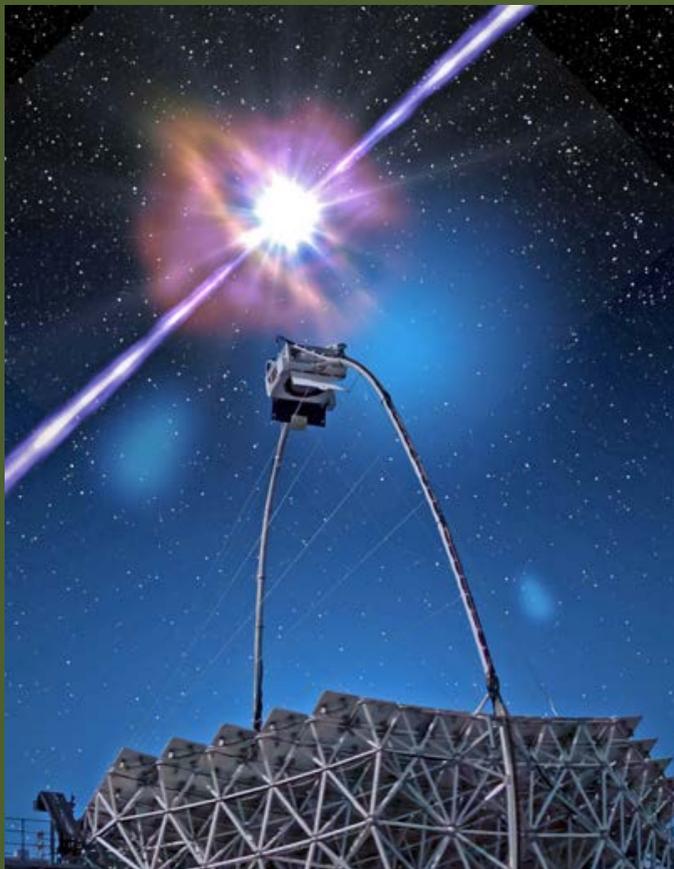
Los estallidos de rayos gamma (GRB, gamma ray bursts en inglés) son las explosiones más violentas en el Universo y se cree que son el resultado del colapso de estrellas masivas o de la fusión de estrellas de neutrones en galaxias distantes. Comienzan con un destello inicial muy brillante, con una duración que varía desde una fracción de segundo hasta cientos de segundos. Esta emisión se acompaña de una post-luminiscencia, más débil, pero de mayor duración, en un amplio rango de longitudes de onda.

El 14 de enero de 2019, dos satélites, el Neil Gehrels Swift Observatory y el Fermi Gamma-ray Space Telescope, descubrieron independientemente un GRB. Al estallido se le llamó GRB 190114C, y en 22 segundos sus coordenadas en el cielo se distribuyeron en forma de alerta electrónica a los astrónomos de todo el mundo, incluida la Colaboración MAGIC, que opera dos telescopios Cherenkov de 17 m de diámetro ubicados en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

Los datos recogidos por MAGIC durante las primeras decenas de segundos revelan la emisión de fotones en la post-luminiscencia que alcanzan energías de teraelectronvoltios (TeV), un billón de veces más energéticos que la luz visible, los fotones de mayor energía detectados hasta ahora provenientes de estos objetos. Esta observación sin precedentes proporcionó la primera evidencia de un proceso de emisión distinto en la post-luminiscencia.

Aunque la emisión de TeV en dicha post-luminiscencia se había predicho en algunos estudios teóricos, nunca se había confirmado experimentalmente. ¿Qué mecanismo físico está detrás de la producción de los fotones de TeV detectados por MAGIC? Las energías son mucho más altas de lo que se puede esperar de la conocida como radiación sincrotrón, causada por los electrones de alta energía en movimiento dentro de campos magnéticos. Este proceso se considera responsable de la emisión que se había observado con anterioridad a energías más bajas en la post-luminiscencia de los GRB.

El análisis de los datos indica que el mecanismo responsable de esta emisión es el llamado proceso de Compton inverso, donde los electrones transfieren energía al colisionar



Representación artística del primer estallido de rayos gamma en altas energías detectado por MAGIC. (Gabriel Pérez Díaz, SMM-IAC)

con la población de fotones existentes, haciéndolos más energéticos.

El descubrimiento de la emisión de rayos gamma en el GRB 190114C en la banda TeV del espectro electromagnético muestra que los GRB son aún más potentes de lo que se pensaba. La riqueza de los datos adquiridos por MAGIC y las extensas observaciones de seguimiento en múltiples longitudes de onda ofrecen pistas importantes para desentrañar algunos de los misterios relacionados con los procesos físicos que suceden en los GRB.

#### REFERENCIAS:

-MAGIC Collaboration (2019). "Teraelectronvolt emission from the  $\gamma$ -ray burst GRB 190114C". *Nature*, 575, 455.  
-MAGIC Collaboration et al. (2019). "Observation of inverse Compton emission from a long  $\gamma$ -ray burst". *Nature*, 575, 459.

### Descubierto el origen de las espículas solares con el SST

En cualquier momento, hasta diez millones de chorros gigantes de materia en estado de plasma, denominados espículas, salen despedidos de la superficie del Sol a toda velocidad. A pesar de su abundancia, suponían un misterio porque no se entendía cómo se formaban, ni si influían en el calentamiento de las capas exteriores de la atmósfera del Sol o el viento solar. En 2017, un equipo científico reveló su naturaleza combinando simulaciones e imágenes tomadas con el telescopio espacial ultravioleta IRIS de la NASA y el Telescopio Solar Sueco. Esta nave espacial y el telescopio de La Palma estudian desde las capas inferiores de la atmósfera solar (la cromosfera y la región de transición), donde se forman las espículas, hasta la corona.

Además de las imágenes, usaron simulaciones por superordenador cuyo código desarrollaron durante casi una década. El modelo que generaron se basa en la dinámica del plasma, un gas muy caliente parcialmente ionizado y que fluye a lo largo de los campos magnéticos. Las versiones anteriores consideraban la parte baja de la atmósfera como un plasma uniforme o completamente cargado, pero sospechaban que algo faltaba ya que nunca detectaron espículas en las simulaciones.

La solución, finalmente, la hallaron en las partículas neutras. Los científicos se inspiraron en la propia ionosfera de la Tierra, una región superior de la atmósfera donde las interacciones entre partículas neutras y cargadas son responsables de numerosos procesos dinámicos. En regiones más frías del Sol, tales como la región de transición, no todas las partículas de gas están eléctricamente cargadas. Algunas partículas siguen siendo neutras y no están sujetas a los campos magnéticos.

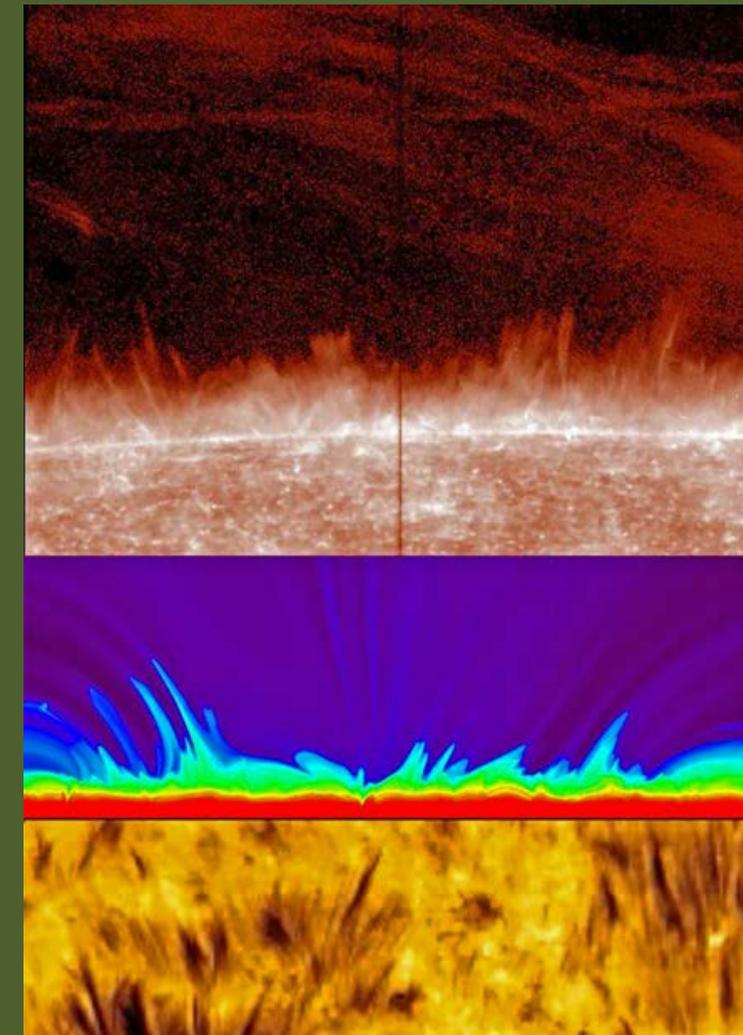
Las partículas neutras proporcionan la flotabilidad que los nudos magnéticos necesitan para atravesar el plasma hirviendo y alcanzar la superficie. Allí, se rompen en espículas, liberando la tensión en forma de plasma y energía. Las simulaciones del modelo coincidían estrechamente con las observaciones: las espículas se sucedían de forma natural y frecuente.

Por último, el modelo también reveló algo inesperado sobre el transporte de energía. Al parecer, la energía generada en este proceso es lo suficientemente alta como para producir las llamadas ondas de Alfvén, que podrían ser fundamentales

para calentar la atmósfera de nuestra estrella e impulsar el viento solar, una corriente de partículas energéticas viajando por nuestro espacio más cercano.

#### REFERENCIAS:

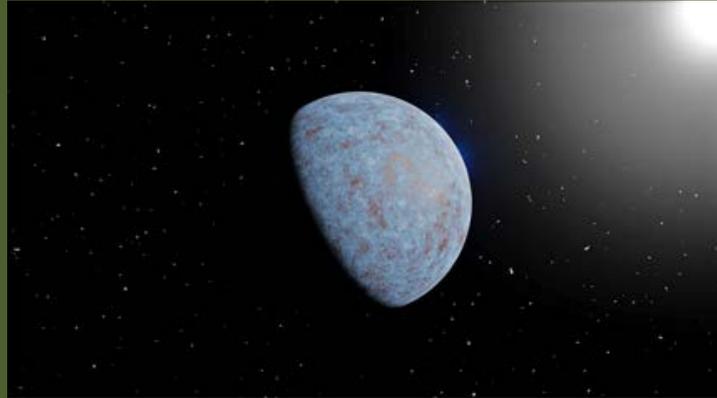
-De Pontieu, B.D.; Erdélyi, R.; y James, S.P. (2004). "Solar chromospheric spicules from the leakage of photospheric oscillations and flows". *Nature*, 430, 536.  
-J. Martínez-Sykora, J. et al., (2017). "On the generation of solar spicules and Alfvén waves". *Science*, 356, 1269.



Arriba, en la imagen obtenida con el espectrógrafo IRIS de la NASA se puede ver en el limbo del Sol la multitud de espículas saltando sobre la superficie. En la imagen central, el modelo numérico es capaz de reproducir estos chorros. En la imagen inferior, tomada con el Telescopio Solar Sueco, las espículas se observan en el disco solar como estructuras filamentosas de corta duración. © NASA/IAC

## GRANDES HITOS DEL ORM

### El TNG confirma la naturaleza de un exoplaneta que no debería existir



Impresión artística del exoplaneta TOI-1853b. © L.Naponiello, Universidad de Roma Tor Vergata

Se llama TOI-1853b y es sumamente peculiar: cada treinta horas completa una órbita alrededor de su estrella y, aunque tiene un radio comparable al de Neptuno (3,5 veces más grande que el de la Tierra), su masa es aproximadamente cuatro veces mayor (73 masas terrestres), lo que lo convierte en el exoplaneta de tipo neptuniano de mayor densidad hasta la fecha, teniendo el doble de la densidad terrestre.

TOI-1853b fue identificado inicialmente en 2020 como candidato planetario por el satélite TESS (*Transiting Exoplanet Survey Satellite*) de la NASA, utilizando el método del tránsito, es decir, observando los oscurecimientos periódicos del brillo de su estrella causados por el paso del planeta. La confirmación de la naturaleza planetaria de TOI-1853b y la medición de su masa y densidad fueron posibles gracias a las observaciones espectroscópicas de velocidad radial obtenidas por el equipo utilizando el espectrógrafo HARPS-N (*High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher for the Northern hemisphere*), instalado en el Telescopio Nazionale Galileo (TNG), por un equipo internacional liderado por la Universidad de Roma Tor Vergata.

TOI-1853b se encuentra a 545 años luz, en la constelación de Boötes, y ocupa una posición muy cercana a su estrella en la que no debería haber planetas del tamaño de Neptuno debido a la intensa irradiación estelar. Lo más desconcertante para el equipo científico es determinar su posible origen, ya que ninguno de los modelos teóricos de formación planetaria predice que pudiera existir un planeta con tales características.

Se barajan dos posibles escenarios de formación. En uno de ellos, su procedencia podría estar relacionada con colisiones entre protoplanetas masivos, es decir, planetas que se están formando en el sistema planetario. Estos choques podrían haber eliminado gran parte

de la atmósfera de TOI-1853b, dejando expuesto un núcleo sólido, lo que explicaría su gran densidad en relación con su moderado tamaño.

Como alternativa, TOI-1853b podría haber sido inicialmente un gigante gaseoso, similar a Júpiter o aún más masivo, y habría adoptado una órbita muy elíptica a la vez que interactuaba gravitatoriamente con otros planetas. Esto le habría llevado a realizar tránsitos muy cercanos a su estrella, perdiendo las capas exteriores de su atmósfera, hasta estabilizar su órbita a la distancia actual.

Se espera que el descubrimiento de TOI-1853b, que desafía las teorías convencionales sobre la formación y evolución de los planetas, pueda conducir al desarrollo de nuevos modelos teóricos en este campo tan relevante de la astrofísica moderna.

REFERENCIA:

-Naponiello, L. et al. (2023). "A super-massive Neptune-sized planet". *Nature*, 622, 255–260.

### Resultados pioneros en Óptica Adaptativa

El ORM también acumula algunos resultados pioneros en la aplicación de Óptica Adaptativa (OA), la técnica para corregir las perturbaciones atmosféricas en las observaciones astronómicas. La OA, que requiere excelentes condiciones atmosféricas para poder ser efectiva, se aplica tanto en observaciones solares como nocturnas.

El Telescopio Solar Sueco (SST) realiza observaciones científicas con OA desde 1999 con un sistema que ya va por su tercera generación. Teniendo en cuenta que los telescopios solares tienen que observar a elevaciones muy bajas y al mediodía, cuando el seeing varía más rápidamente y suele ser peor que durante la noche, el sistema de OA del SST es la mejor prueba de la calidad del ORM.

En el caso nocturno, destacan 2 hitos del Telescopio Nazionale Galileo (TNG) en 1999 y 2000. En el ORM se logró la primera reconstrucción tomográfica con OA, lo que extendía la aplicación de la técnica a todo el cielo. Este resultado fue publicado en *Nature* en 2000. Al año siguiente, el mismo equipo llevó a cabo la primera prueba en el cielo de un sensor de frente de onda de tipo pirámide. En el Telescopio William Herschel (WHT) también se han llevado a cabo otros importantes experimentos de OA, destacando el simulador Canary para el futuro Telescopio Extremadamente Grande (ELT), del Observatorio Europeo del Sur (ESO), un experimento en el que se usa un láser de alta potencia (hasta 70W) de ESO para generar estrellas guía láser de sodio. Finalmente, GTC cuenta con un nuevo sistema de OA desde 2023, lo que permitirá aproximarse mucho al límite de difracción del mayor telescopio actualmente en servicio en el mundo.

REFERENCIA:

-Ragazzoni et al (2000). "Adaptive-optics corrections available for the whole sky". *Nature* 403, 6765.

### El NOT observa una contrapartida de ondas gravitatorias

El descubrimiento de ondas gravitatorias en septiembre de 2015 mediante el detector LIGO fue un hito tanto para la física como para la astronomía. Las ondas gravitatorias son ondas en el tejido del espacio-tiempo, producidas por masas que experimentan un movimiento acelerado. Pero son tan débiles que en ningún lugar del Sistema Solar la gravedad es lo suficientemente fuerte como para crear una señal de onda gravitatoria detectable. Afortunadamente, el Universo alberga objetos compactos, pesados y muy especiales, como los agujeros negros y las estrellas de neutrones. A veces estos objetos se unen formando un sistema binario, e incluso pueden chocar y fusionarse en una explosión catastrófica. Es en estas condiciones que podemos descubrir ondas gravitatorias de suficiente intensidad.

Desafortunadamente, en la fusión de agujeros negros no se espera que estos sistemas emitan otra radiación que no sean ondas gravitatorias, y a los astrónomos les gustaría mucho ver luz y otras formas de radiación electromagnética procedentes de estos sucesos. Esto permitiría, entre otras cosas, localizar con precisión la posición del evento en el cielo, identificar su galaxia anfitriona, medir su distancia y muchas otras propiedades.

Todo esto se hizo realidad con el descubrimiento de la primera fusión de estrellas de neutrones mediante ondas gravitatorias, y gracias al uso conjunto de los detectores LIGO y VIRGO se pudo determinar con mucha precisión la ubicación de este evento en el cielo. Además, de forma totalmente independiente, los satélites Fermi e INTEGRAL detectaron un breve estallido de rayos gamma coincidente en tiempo y posición con esta onda gravitatoria.

Después de una búsqueda frenética, los telescopios de rastreo en tierra hallaron un nuevo objeto inusual, bautizado como AT2017gfo, en las proximidades de la galaxia NGC 4993, a 130 millones de años luz de la Tierra. Dicho objeto tenía propiedades que coinciden en gran medida con las de una kilonova, que es la emisión electromagnética producida por la fusión de una pareja de estrellas de neutrones. Esta era la primera vez que se detectaban ondas gravitatorias y luz en gran parte del espectro electromagnético desde la misma fuente, abriendo verdaderamente el campo a la que pasó a llamarse astronomía multimensajera.

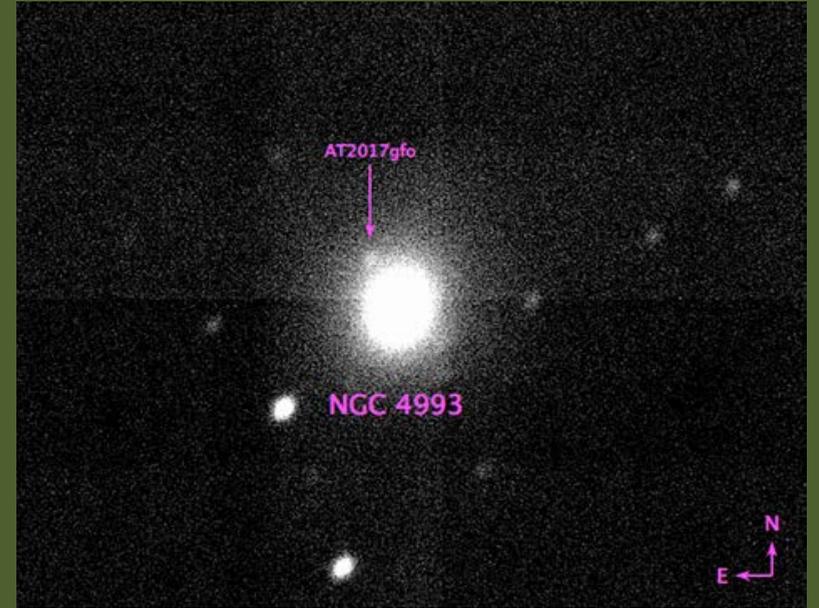


Imagen de la kilonova AT2017gfo, la contrapartida de la onda gravitatoria GW170817. © NOT

En un momento tan crucial para la investigación astronómica, y merced a su flexibilidad observacional, el NOT jugó un importante papel, reportando datos tomados en el infrarrojo cercano (filtros J y K). A pesar de las difíciles condiciones (la fuente se hallaba cerca del horizonte local y relativamente cerca del Sol en el cielo), estas observaciones localizaron la contrapartida de la onda gravitatoria cerca de su brillante galaxia anfitriona, como se puede ver en la imagen adjunta, y se encuentran entre las primeras observaciones de este singular suceso astronómico.

REFERENCIA:

-Tanvir, N.R. et al. (2017). "The Emergence of a Lanthanide-rich Kilonova Following the Merger of Two Neutron Stars". *ApJL*, 848, L27.

## Observando las estrellas y las galaxias más primitivas con el GTC

La primera generación de estrellas masivas se formó alrededor de 300 millones de años después del Big Bang. Cuando estas jóvenes estrellas explotaron como supernovas, dispersaron sus elementos químicos recién formados en el medio interestelar. Estos elementos todavía se encuentran en las estrellas más longevas y poco masivas existentes en el universo actual. Los investigadores están utilizando el Gran Telescopio Canarias (GTC) para encontrar estas estrellas primitivas, con edades similares a la propia longevidad del Universo, y que son cruciales para la comprensión de la formación de los primeros elementos químicos producidos durante el Big Bang.

Gracias al GTC se pudieron detectar dos casos excepcionales en el halo de nuestra galaxia, la Vía Láctea: J0815 + 4729, a 7.500 años luz de la Tierra, y J0023 + 0307, ubicado a una distancia de 9.450 años luz. Se encontró que ambas estrellas tenían una abundancia extremadamente baja de

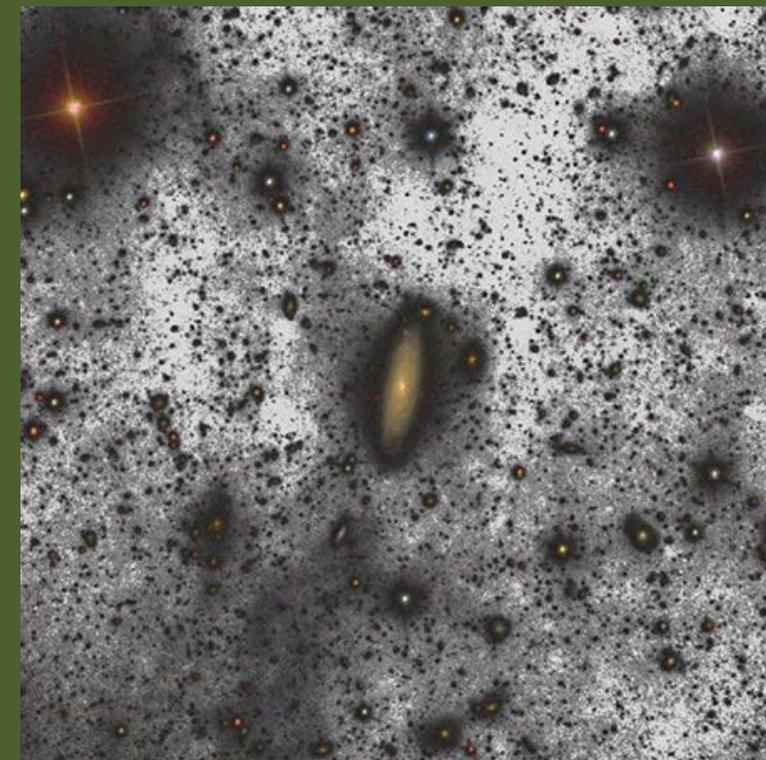
los elementos químicos más comunes. En J0023 + 0307, el carbono ni siquiera se pudo detectar, lo que arroja dudas sobre los modelos de formación de estrellas poco masivas en el universo temprano.

¿Y fuera de nuestra galaxia? Gracias a la gran capacidad colectora de luz del GTC y a su instrumentación puntera, este telescopio no solo es capaz de detectar estrellas muy antiguas nacidas en las primeras etapas del Universo en nuestra Vía Láctea, sino incluso estrellas muy débiles y dispersas en galaxias muy lejanas.

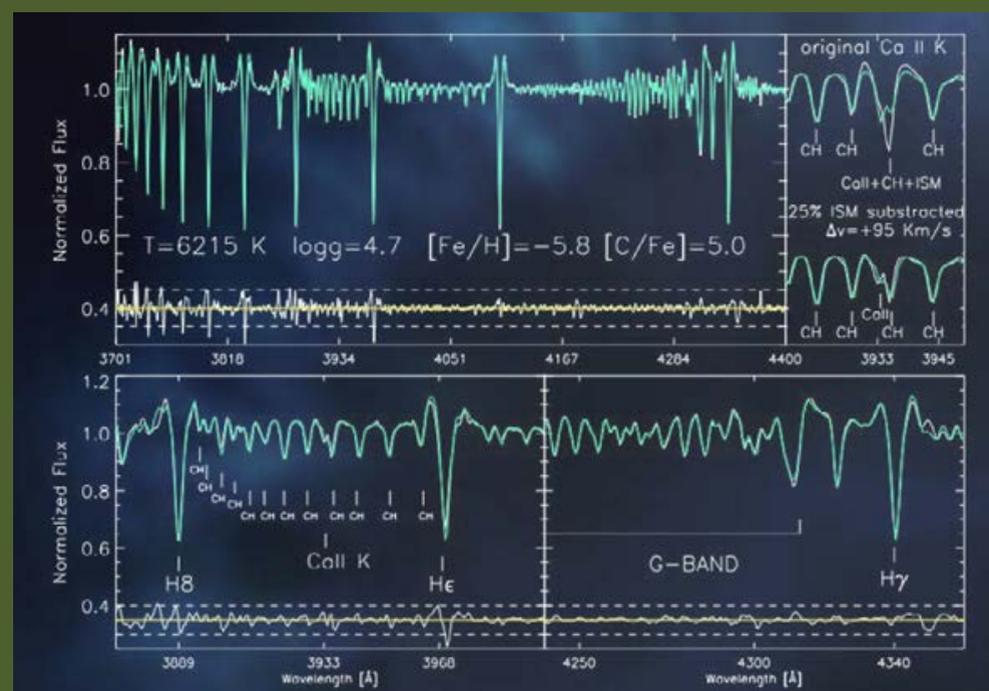
Es el caso de la galaxia UGC 00180, situada a más de 500 millones de años luz. Empleando la cámara OSIRIS del GTC, se observó el cielo alrededor de dicha galaxia con el objetivo de explorar su posible halo, una enorme región que envuelve a la galaxia con una densidad de estrellas muy baja, y tras 8,1 horas de exposición se pudo comprobar que en efecto existe un débil halo compuesto por nada menos que cuatro mil millones de estrellas, tantas como tienen las Nubes de Magallanes, galaxias satélites de la Vía Láctea.

Otro ejemplo de la profundidad en el espacio y en el tiempo que alcanza el GTC la tenemos en la reciente detección del mayor cúmulo de galaxias en formación más densamente poblado del universo primitivo.

En 2012, un equipo internacional de astrónomos determinó con precisión la distancia a la galaxia HDF850.1, conocida por ser una de las galaxias con mayor tasa de formación de estrellas del universo observable. Por sorpresa, los científicos también descubrieron que esta galaxia forma parte de un grupo de alrededor de una docena de protogalaxias que se formaron dentro de los primeros mil millones de años de historia cósmica. Gracias a una nueva investigación realizada con el GTC, se ha demostrado que se trata de una de las regiones más densamente pobladas de galaxias en el universo primitivo, realizándose por primera vez un estudio detallado de las propiedades físicas de este sistema. Los investigadores predicen que esta estructura, situada a una distancia de 12.500 millones de años luz –cuando el Universo solo tenía menos del 10% de su edad actual– habrá evolucionado hasta convertirse en una agrupación similar al Cúmulo de Virgo, un vecino del Grupo Local de galaxias al que pertenece la Vía Láctea.



A la derecha, tenue halo de unos cuatro mil millones de estrellas alrededor de la galaxia UGC 00180. © GTC/Gabriel Pérez-IAC



Aparte de haber superado por diez el límite de brillo superficial observable de los anteriores estudios, este descubrimiento supone que se puede explorar el Cosmos, no solo con la misma profundidad que con la técnica habitual de conteo de estrellas, sino que incluso puede hacerse a distancias inviables para la misma, y todo ello gracias a disponer de telescopios cada vez más grandes –como el GTC– capaces de explorar el brillo superficial de los objetos más débiles.

Espectro de la estrella primitiva J0815 + 4729 obtenido con el instrumento OSIRIS en el GTC (línea blanca) y el mejor espectro sintético ajustado (línea azul). © Aguado et al. 2017, A&A, 604, 9 y Aguado et al. 2018, ApJ, 852, L20



Imagen del cúmulo de galaxias en formación, a 12.500 millones de años luz. Los círculos señalan los nuevos miembros descubiertos con el GTC; cuatro de ellos se muestran en detalle. © NASA/ESA/GOODS-N+3DHST+CANDELS Team/Daniel López/IAC

### REFERENCIAS:

- Aguado, D.S.; Prieto, C.A.; Hernández, J.I.G.; Rebolo, R.; y Caffau, E. (2017). "New ultra metal-poor stars from SDSS: follow-up GTC medium-resolution spectroscopy". A&A, 604, 9.
- Aguado, D.S.; Hernández, J.I.G.; Prieto, C.A.; y Rebolo, R. (2018). Aguado "J0815+ 4729: a chemically primitive dwarf star in the galactic halo observed with Gran Telescopio Canarias". ApJL, 852, L20.
- Trujillo, I., y Fliri, J. (2016). "Beyond 31 mag/arcsec<sup>2</sup>: The frontier of low surface brightness imaging with the largest optical telescopes". ApJ, 823, 123.
- Calvi, R.; Dannerbauer, H.; Arrabal Haro, P.; Rodríguez Espinosa, J.M.; Muñoz-Tuñón, C.; Pérez González, P.G.; Geier, S. (2021). "Probing the existence of a rich galaxy overdensity at z = 5.2". MNRAS, January.

Los textos de "Grandes descubrimientos del ORM" han sido elaborados por ÁNGEL GÓMEZ ROLDÁN, director de la revista *Astronomía*

# EL SUPERORDENADOR “LAPALMA”

El año 2007 no solo marcó un hito en Astrofísica al deslumbrar con el Gran Telescopio de Canarias en su primera luz. También en esa fecha y en la misma Isla de La Palma, se ponía en funcionamiento el superordenador homónimo “LaPalma”. Nació así uno de los nodos de la **Red Española de Supercomputación (RES)**.

Esta red de superordenadores, que hoy en día tiene categoría de Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS), es una apuesta del Ministerio de Educación y Ciencia para suministrar recursos no solo de supercomputación, sino de gestión de datos e inteligencia artificial.

Cualquier persona que realice su labor de investigación en España puede solicitar el acceso al Nodo LaPalma. En este sentido, la red española de educación e investigación RedIRIS facilita la interconexión, mediante fibra óptica, de los distintos centros educativos y de investigación de España. Gracias a esta conexión por cable submarino con la Isla de La Palma,

pueden desempeñar su trabajo en el superordenador tanto científicos locales como del resto de la geografía española y colaboradores internacionales.

Además de este nodo de la RES, la Isla de La Palma agrupa otras dos ICTS más: El Gran Telescopio de Canarias y Los Observatorios de Canarias.

Este tipo de instalaciones no solo requieren una inversión en el momento de su instalación, sino que también precisan continuos mantenimientos a lo largo de su vida útil.

Apoyarse en empresas especializadas es crucial para el buen funcionamiento y operatividad del Nodo de Supercomputación LaPalma. Sistemas tan críticos como el de extinción de incendios o refrigeración hacen necesarias visitas regulares de técnicos a las instalaciones.

Durante sus más de 15 años en producción, el Superordenador LaPalma se ha sometido a dos renovaciones, una en 2012 y la otra en 2017. Estos cambios permitieron, primero, duplicar la potencia de cálculo, para



Figura 1. Instalación del Superordenador LaPalma en 2007.

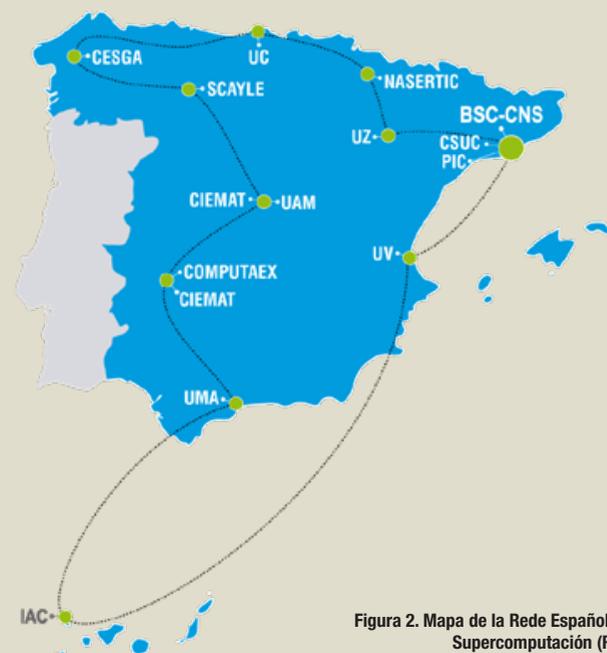


Figura 2. Mapa de la Red Española de Supercomputación (RES).



Figura 3. Instalación del Superordenador LaPalma en 2012.

luego, multiplicarla por más de 9 veces. Sin embargo, el consumo ha pasado de 70,5 kW a 84 kW, lo que da una idea de cómo la evolución de la tecnología mejora el rendimiento y al mismo tiempo cuida el gasto energético.

## UTILIDAD

Donde reside realmente la utilidad de estas grandes máquinas de cálculo es en la ciencia que generan.

Baterías basadas en sodio en lugar de litio, predicción del clima en el Mediterráneo, uso del hidrógeno como combustible en hornos de acero, propiedades térmicas de los

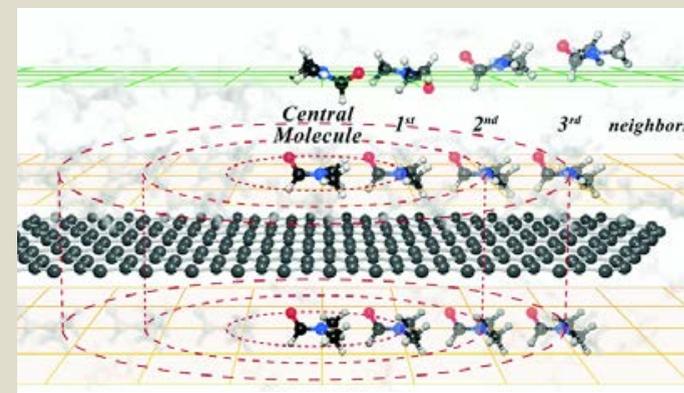


Figura 5. Mecanismos detrás de la mejora de las propiedades térmicas de los nanofluidos de grafeno. © M.R. Rodríguez-Laguna, A. Castro-Alvarez, M. Sledzinska, J. Maire, F. Costanzo, B. Ensing, M. Pruneda, P. Ordejón, C.M. Sotomayor Torres, P. Gómez-Romero, E. Chávez-Ángel. Mechanisms behind the enhancement of thermal properties of graphene nanofluids. *Nanoscale*, 2018, 10, 15402. DOI: 10.1039/c8nr02762e



Figura 4. Instalación del Superordenador LaPalma en 2017.

nanofluidos de grafeno, estudio de las primeras estrellas de la Vía Láctea... son solo algunos ejemplos de los más de 150 proyectos de investigación que han hecho uso de los recursos del Superordenador LaPalma a lo largo de sus más de tres lustros de edad.

El futuro del Superordenador LaPalma pasa por una nueva renovación. De esta forma, se podrán seguir suministrando los cada vez más solicitados recursos de computación, ya que son imprescindibles para poder generar resultados científicos de calidad.

Servicios Informáticos (SI) del IAC



Figura 6. J0815+4729: Una estrella enana químicamente primitiva en el Halo Galáctico observada con el Gran Telescopio Canarias. © D.S. Aguado et al. J0815+4729: A chemically primitive dwarf star in the Galactic Halo observed with Gran Telescopio Canarias. <https://arxiv.org/abs/1712.06487>

# Reuniones y congresos científicos en La Palma

Desde la existencia del Observatorio del Roque de los Muchachos, la isla de La Palma ha sido sede de importantes reuniones y congresos científicos, no sólo de temática astrofísica y además de las reuniones habituales del Comité Científico Internacional (CCI) de los Observatorios de Canarias. Todos ellos suelen incluir como evento social una visita al ORM. Los Cancajos, en Breña Baja, el Teatro Circo de Marte, en Santa Cruz de La Palma, Puerto Naos y Fuencaliente, además de la Residencia del propio Observatorio, han albergado muchos de estos encuentros. A continuación, se listan cronológicamente algunos de ellos relacionados con la Astronomía.

**1988:** "Nordic Research Course in Solar Physics", curso de Física Solar para 20 estudiantes de los países nórdicos y del IAC, organizado por la Universidad de Lund. ORM, 23 noviembre-4 diciembre.

**1993:** "Violent Star Formation: from 30 Doradus to QSOs", primer congreso organizado por el IAC y el RGO. Puerto Naos, 8-12 noviembre.

**1994:** "Fibras en WYFFOS". ORM, 28 enero.

**1997:** "Site Properties of the Canarian Observatories", organizado por el SUCOSIP del CCI. Los Cancajos, 29-30 octubre.

**1998:** "Very Low-Mass Stars and Brown Dwarfs in Stellar Clusters and Associations", Euroconferencia organizada por el IAC. La Palma, 11-15 mayo.

**1999:** "IV Site Managers' Meeting", organizado por el ING. Los Cancajos, 28-30 julio.

**2001:** "Science from La Palma - Past, Present and Future", en honor del Dr. Paul Murdin, organizado por el ING. Los Cancajos, 20 octubre.

**2001:** "The Central Kiloparsec of Starburst and AGN: The La Palma Connection", organizado por el ING. Los Cancajos, 7-11 mayo.

**2002:** "WHT Operations to 2005 and beyond", organizado por el ING. Santa Cruz de La Palma, 18 julio.

**2002:** "Symbiotic Stars Probing Stellar Evolution", euroconferencia organizada por el ING. Los Cancajos, 27-31 mayo.

**2003:** NAOMI Workshop, organizado por el ING. Santa Cruz de La Palma, 9-11 enero.

**2003:** "Satellites and Tidal Streams", organizado por el ING y el IAC. Los Cancajos, 26-30 mayo.

**2005:** "Second Meeting on Hot Subdwarf Stars and Related Objects", organizado por ING y NOT. Real Club Náutico de Santa Cruz de La Palma, 6-10 junio.

**2005:** "Adaptive-Optics Assisted Integral-Field Spectroscopy", organizado por el ING. Los Cancajos, 9-11 mayo.

**2005:** "Ultra-low-mass star formation and evolution", organizado por el IAC y el TNG. Fuencaliente, 28 junio-1 julio.

**2006:** "The Nature of V838 Mon and Its Light Echo", organizado por el ING. Los Cancajos, Breña Baja, 16-19 mayo.

**2006:** "The Metal-Rich Universe", organizado por el IAC. Primer congreso internacional dedicado al estudio de sistemas que presentan una alta metalicidad, es decir, una gran abundancia de elementos más pesados que el helio en el Universo. Los Cancajos, Breña Baja, 12-16 junio.

**2006:** "Stellar Populations as Building Blocks of Galaxies". IAU Symposium 241, organizado por el IAC, financiado por la IAU y con la colaboración del ING. Los Cancajos. 10-16 diciembre.

**2007:** "Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas", donde se aprobó la "Declaración sobre la defensa del cielo nocturno y el derecho a la luz de las estrellas [Declaración de La Palma]", organizado por Iniciativa Starlight, Reserva Mundial de la Biosfera La Palma, IAC,

Gobierno de Canarias, Ministerio de Medio Ambiente, UNESCO y MAB. La Palma, 19-20 abril.

**2007:** "Asymmetrical Planetary Nebulae IV", organizado por el ING y el IAC. Los Cancajos, 18-22 junio.

**2007:** "HELAS NA3-2 Workshop: Low degree and low frequency modes", organizado por el IAC, en el marco de la red europea HELAS (*European Helio And Asteroseismology Network*). Los Cancajos, 18-21 septiembre.

**2008:** 7th NEON Observing School. Roque de los Muchachos Observatory (ING y NOT), organised by the OPTICON and EAS. ORM, 23 junio-5 julio.

**2011:** "The Fourth Science with the GTC Meeting". La Palma, 16-18 noviembre.

**2012:** "ISAPP 2012: CMB and High Energy Physics: From early Universe to Clusters of Galaxies and Large Scale Structure". La Palma, 16-24 julio.

**2012:** "International Meteor Conference IAC 2012 (IMC)", La Palma, 20-23 septiembre.

**2014:** "Summer course on Exoplanets", organizado por el NOT. La Palma, 24 septiembre-2 octubre.

**2015:** "Multi-Object Spectroscopy in the Next Decade: Big Questions, Large Surveys and Wide Fields", organizado por el ING. Teatro Circo de Marte, 2-6 marzo.

**2015:** "II Conferencia Internacional de Astroturismo". La Palma, 25-27 septiembre.

**2015:** Primera edición del foro "100xCiencia" (Communicating Frontier Science). Teatro Circo de Marte de Santa Cruz de La Palma, 7-9 de octubre.

**2016:** III Reunión de la Red Española de Estudios sobre la Contaminación Lumínica (REECL). Los Cancajos y ORM, 19-22 octubre.

**2017:** Congreso "Preserving the skies", con motivo del X Aniversario de la Declaración Starlight de La Palma. Teatro Circo de Marte, 18-21 abril.

**2017:** Reunión del Consorcio CTA con el lema "Explorando el Universo extremo en rayos gamma". Teatro Circo de Marte, 6-10 noviembre.

**2018:** "AMS Days at La Palma", que reunió al consorcio del Espectrómetro Magnético Alfa, un instrumento instalado en la Estación Espacial Internacional. Los Cancajos, 9-13 abril.

**2021:** "Astro-photonics & MKID-arrays Conference", organizado por el ING. Santa Cruz de La Palma, 27-29 septiembre.

**2021:** Congreso "Dark & Quiet Skies for Science and Society II" (Cielos Oscuros y Tranquilos para la Ciencia y la Sociedad). Santa Cruz de La Palma, 3-8 octubre. On line por la pandemia del COVID.

**2021:** "Telescopio Nazionale Galileo: 25 years of Astronomy in La Palma", organizado por la FGG. La Palma, 19-21 octubre.

**2022:** "NOT - a telescope for the future". In memoriam de Johannes Andersen. Los Cancajos, 7-10 junio.

**2022:** "The Large-scale surveys as bridges between spectroscopy and photometry meeting belongs to the 'RRLyrr and Cepheid stars' series", organizado por la FGG y el IAC. La Palma, 26-20 septiembre.

**2023:** Biennial European Astrobiology Conference (BEACON). Fuencaliente, 8-12 mayo.

**2023:** Congreso "China-Spain collaboration on astronomical high-resolution spectroscopy". Fuencaliente, 25-28 julio.

**2023:** "Astronomy and Satellite Constellations", Symposium IAU S385, organizado por el IAC. Teatro Circo de Marte, 2-6 octubre.

**2023:** "The 20 MAGIC years symposium", organizado por MAGIC. Los Cancajos, 4-6 octubre.

**2023:** Primera reunión de los grandes observatorios astronómicos de España, en su mayoría de proyectos científicos pertenecientes al mapa de las Instalaciones Científico-Técnico Singulares (ICTS) de España, agrupadas en el campo de la Astrofísica bajo la coordinación de la Red de Infraestructuras de Astronomía (RIA). Los Cancajos, 23-26 octubre.

**2024:** XV Encuentros de la Asociación para la Enseñanza de la Astronomía (APEA), que formará parte del Astrofest. La Palma, 30 junio-5 julio.

**Próximamente:**

**2024:** "Rubin/LSST@Europe6 Conference". La Palma, 16-20 septiembre.





# CENTROS DE EXCELENCIA SEVERO OCHOA

Participantes en el primer foro "100xCIENCIA", celebrado en La Palma en 2015. Diseño: Inés Bonet

# La Palma, sede del primer "100xCIENCIA"



De izquierda a derecha, Rafael Rebolo, director del IAC, junto a los entonces presidente del Cabildo de La Palma, Anselmo Pestana, y alcalde de Santa Cruz de Tenerife, Sergio Matos, en la apertura del foro "100xCIENCIA". © IAC

La Palma acogió la primera edición del Congreso 100xCiencia (*Communicating Frontier Science*), que se celebró del 7 al 9 de octubre de 2015, en el Teatro Circo de Marte de Santa Cruz de La Palma, capital de la isla. En este encuentro, los por entonces 20 centros de investigación españoles acreditados por el Ministerio de Economía y Competitividad con el distintivo de excelencia "Severo Ochoa" (recogidos en la imagen de la página anterior) acercaron su ciencia de frontera a los medios de comunicación y al público general.

Los centros "Severo Ochoa" cubren prácticamente todas las áreas del conocimiento, desde astrofísica y matemáticas hasta medio ambiente y biomedicina, pasando por las humanidades. Este primer foro ofreció

una visión completa de la investigación de frontera que se realiza en España, con ponencias divulgativas en las que representantes de cada centro presentaron a los periodistas los nuevos resultados de investigación, así como los retos de futuro en su área de acción.

El encuentro contó con la presencia de una delegación invitada de reconocidos comunicadores de la ciencia y representantes de grandes medios de comunicación nacionales e internacionales que tomaron parte activa durante la celebración del evento.

En las mesas redondas se debatieron cuestiones de interés para comunicadores y científicos, como la presencia de la ciencia en los medios de comunicación, el papel de la investigación en los grandes retos de la sociedad actual, el impacto de las acciones de divulgación y la situación de política científica en España y Europa. El congreso se complementó con actividades de divulgación dirigidas a los habitantes de La Palma.



A la izquierda, participantes del foro "100xCIENCIA" junto al GTC. A la derecha, varios momentos de algunas mesas redondas de este foro y observación nocturna del cielo en el ORM. © Antonio González/IAC



# Reuniones del Consejo Rector del IAC en La Palma

Según recogen los Estatutos del Consorcio Público Instituto de Astrofísica de Canarias, el Consejo Rector del IAC es el supremo órgano decisorio del centro, su máxima autoridad en materia administrativa y económica y el órgano a través del que ejercen sus competencias en el IAC las distintas Administraciones consorciadas. Se suele reunir una vez al año en Tenerife o en La Palma y está integrado por: el presidente (el titular del Ministerio al que el Gobierno de España adscriba su participación o su representante); el vicepresidente, ( el presidente del Gobierno de Canarias o su representante); los vocales (el rector de la Universidad de La Laguna, el presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, un representante del Ministerio al que el Gobierno de España adscriba su participación en el IAC y un representante del Gobierno de Canarias); y los presidentes de los Cabildos Insulares de Tenerife y La Palma (actúan con voz, pero sin voto), más el secretario del Consejo Rector, que es el Director del IAC (actúa con voz pero sin voto).

## en La Palma

- 1983:** Ministro de la Presidencia **Javier Moscoso**.  
Presidente de Canarias: **Jerónimo Saavedra**.  
Cabildo de La Palma, 17 diciembre.
- 1989:** Ministro de Educación y Ciencia **Javier Solana**.  
Presidente de Canarias: **Lorenzo Olarte**.  
Residencia del ORM, 7 septiembre.
- 1994:** Ministro de Educación y Ciencia **Gustavo Suárez Pertierra**.  
Presidente de Canarias: **Manuel Hermoso**.  
Residencia del ORM, 31 mayo.
- 1995:** Ministro de Educación y Ciencia **Jerónimo Saavedra**.  
Presidente de Canarias: **Manuel Hermoso**.  
Residencia del ORM, 4 septiembre.
- 2002:** Ministra de Ciencia y Tecnología **Anna M. Birulés**.  
Presidente de Canarias: **Román Rodríguez**.  
Residencia del ORM, 22 junio.
- 2003:** Ministro de Ciencia y Tecnología **Josep Piqué**.  
Presidente de Canarias: **Adán Martín** (representado por **José Miguel Ruano**, consejero de Educación, Cultura y Deportes  
Residencia del ORM, 7 junio.
- 2005:** Ministra de Educación y Ciencia, **M. Jesús Sansegundo**.  
Presidente de Canarias: **Adán Martín**.  
CALP Inauguración. 27 julio.
- 2006:** Ministra de Educación y Ciencia **Mercedes Cabrera**.  
Presidente de Canarias: **Adán Martín**.  
CALP, Breña Baja, 12 junio.
- 2009:** Ministra de Ciencia e Innovación **Cristina Garmendia**.  
Presidente de Canarias: **Paulino Rivero**.



A la derecha, se destacan las reuniones del Consejo Rector celebradas en La Palma, indicando sus presidentes y vicepresidentes en cada caso, además del lugar y fecha de las mismas. Las fotos corresponden a momentos relacionados con estas reuniones.



El astronauta español **Pedro Duque** visitó el ORM en **2004**, antes de ser ministro de Ciencia, Innovación y Universidades y presidir las reuniones del Consejo Rector del IAC durante su mandato (2018-2021). También mantuvo en el Ayuntamiento de Garafía un encuentro con escolares de la zona, que pudieron hacerle preguntas sobre su vida en el espacio.



**Diana Morant**, la actual ministra de Ciencia, Innovación y Universidades, y, por tanto, presidenta del Consejo Rector del IAC, visitó el CALP en **2021** con objeto de conocer el impacto de la erupción volcánica en el personal y en la operación de las instalaciones del ORM, que visitó posteriormente, en **2022**.

# PROYECTOS EDUCATIVOS EN LA PALMA

La educación ha sido siempre una preocupación constante del IAC y de los Observatorios de Canarias, que se han involucrado en proyectos y actividades de divulgación dirigidas a la comunidad educativa -docentes y alumnado- y/o al público general para estimular el interés social por los astros. Estas acciones incluyen el desarrollo de material didáctico como apoyo, cursos de formación de profesorado y asesoramiento en diferentes materias, uso de telescopios robóticos, charlas en centros educativos, conferencias, exposiciones... con perspectiva de género e integrando la diversidad funcional en la medida de lo posible. Algunos de estos proyectos se han centrado exclusivamente en La Palma, mientras que otros se dirigen a todas las islas del Archipiélago o a todo el mundo, como el proyecto y portal “Cosmoeduca”, para profesores de la ESO y Bachillerato, creado por **M. Concepción Anguita**. A continuación, se destacan los más relevantes que se han desarrollado en La Palma o con participación de centros palmeros.

## “Nuestros Alumnos y el Roque de los Muchachos”



Alumnado de 4º de la ESO del Colegio Santo Domingo de Guzmán durante la visita al Gran Telescopio Canarias (GTC) del programa “Nuestros Alumnos y el Roque de los Muchachos”.

en la isla de La Palma. Todas las actividades son realizadas voluntariamente por personal de estas instituciones y cuenta con la colaboración del Cabildo Insular de La Palma, el Centro de Profesores (CEP) y los propios centros de enseñanza secundaria.

*“Este programa supone un impulso para despertar vocaciones científicas y tecnológicas en la población joven de la Isla, por lo que nuestra implicación en el programa estará asegurada durante todo el tiempo que sea necesario”. (Antonio Cabrera, jefe de Operaciones Científicas del GTC).*

*“Iniciamos el programa Nuestros Alumnos para satisfacer dos importantes aspiraciones: acercar el Observatorio a la población de la Isla y estimular a aquel alumnado que pudiera tener vocación de seguir estudios científicos. Los resultados positivos están a la vista”. (Marc Balcells, director del ING).*

*“El éxito del programa se refleja, sobre todo, en las preguntas de los chicos y de las chicas, y en las caras que ponen cuando descubren el Observatorio. Este entusiasmo es la principal razón para seguir con este proyecto, a pesar del esfuerzo que implica”. (Gloria Andreuzzi, astrónoma de soporte del TNG).*

Componentes del Grupo LPIYA: Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO); Gran Telescopio Canarias (GTC); Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC); Isaac Newton Group of Telescopes (ING); Liverpool Telescope (LT); MAGIC Telescopes; Mercator Telescope (MT); Nordic Optical Telescope (NOT); Telescopio Nazionale Galileo (TNG).

“Nuestros Alumnos y el Roque de los Muchachos” es un programa educativo nacido en 2009 en el marco del Año Internacional de la Astronomía. Está dirigido a todo el alumnado de 4º de la ESO de todos los centros educativos (IES) de La Palma y se ha organizado todos los años desde su inicio. Tiene como finalidad mostrar el valor del ORM a la juventud palmera, así como divulgar la investigación que se realiza en el mismo. Desde que se inauguró el programa, han participado cerca de 10.000 escolares de todos los centros de educación secundaria de La Palma.

Se trata de una acción clave para la promoción de las vocaciones científicas y tecnológicas en La Palma, dando a conocer que existe la posibilidad de desarrollar una carrera profesional vinculada a la actividad del Observatorio en sus múltiples variantes y en la propia isla. Igualmente, se pretende que todas las generaciones de residentes en La Palma conozcan de primera mano un lugar de gran relevancia científica y de carácter internacional ubicado en sus cumbres.

Actualmente, el programa incluye: una charla, que se imparte en los centros educativos; una visita al Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos, en la que se hace especial hincapié en la luz y su utilidad en la observación e investigación astronómica; y una visita al Observatorio, donde el grupo conoce en detalle uno o varios de los telescopios que forman esta infraestructura científica.

“Nuestros alumnos y el Roque de los Muchachos” es un programa organizado por el Grupo LPIYA (*La Palma International Year of Astronomy*), que pretende aunar los esfuerzos de las instituciones científicas presentes en el ORM en materia de divulgación astronómica

## “PETeR: Proyecto Educativo con Telescopios Robóticos”



PETeR es un laboratorio científico en línea que permite al alumnado descubrir el Universo realizando sus propias observaciones e investigaciones astronómicas con telescopios robóticos profesionales. Está coordinado por la astrofísica divulgadora del IAC **Nayra Rodríguez Eugenio** y, desde 2023, cuenta también con la educadora y divulgadora científica **Alejandra Goded Merino**.

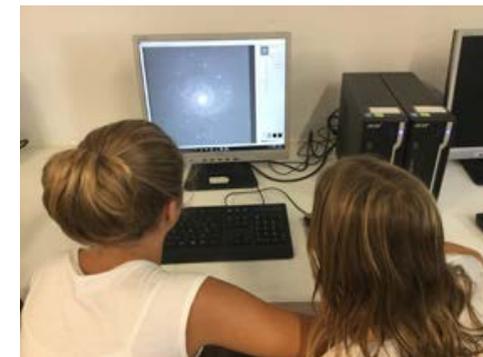
El proyecto se puso en marcha en 2006, tras la instalación en el Observatorio del Roque de los Muchachos del Telescopio Liverpool, un telescopio robótico de 2 m de diámetro, totalmente autónomo y uno de los más grandes y avanzados aún hoy. El IAC hizo una apuesta decidida por la educación destinando el 25% de su tiempo de observación con este telescopio a la comunidad educativa española. Nació así PETeR con el objetivo de acercar la ciencia y la tecnología de forma práctica a niños y niñas, dándoles acceso, desde su escuela, a los excelentes cielos de La Palma y a instrumentación científica avanzada.

Además del Liverpool, otros “robots” se han ido incorporando a PETeR: el telescopio COAST, perteneciente a la Open University e instalado en el Observatorio del Teide; los telescopios de 40 cm del Observatorio Las Cumbres, situados en seis observatorios alrededor del mundo, tanto en el hemisferio Norte como en el Sur; y los telescopios de clase 1 m de la red SARA en Kitt Peak (EEUU) y en Cerro Tololo (Chile).

En la actualidad, el proyecto cuenta con más de 400 centros educativos repartidos por toda la geografía española y tiene un alcance anual de unos 10.000 estudiantes, desde primaria a bachillerato y formación profesional. Seis centros de La Palma participan en PETeR, incluyendo el CEIP Santo Domingo de Garafía, con el que se han realizado varias charlas y talleres presenciales, observaciones en directo y una visita al Observatorio del Roque de los Muchachos.



Telescopios robóticos disponibles en PETeR. Izquierda: el Telescopio Liverpool (Observatorio del Roque de los Muchachos). Centro: telescopios de 0,4m del Observatorio Las Cumbres en el Observatorio del Teide (arriba) y mapa con localizaciones (abajo). Derecha, arriba: telescopio COAST de la Open University (Observatorio del Teide). Derecha, abajo: telescopio SARA en el Observatorio Kitt Peak.



Arriba: estudiantes de Escola GEM (Cataluña) analizando la imagen de una galaxia obtenida con el Telescopio Liverpool. Abajo: Nayra Rodríguez, coordinadora de PETeR, impartiendo una charla-taller al alumnado del CEIP Santo Domingo de Garafía (La Palma).

El tiempo de observación se ofrece a los centros educativos de forma totalmente gratuita a través de portales de fácil uso, accesibles desde la web de PETeR (<https://www.iac.es/peter>). Esta web ofrece también Unidades Didácticas sobre diferentes temas astronómicos, que incluyen actividades prácticas con imágenes obtenidas con el Telescopio Liverpool.

Otra parte importante del proyecto es la formación continua y el asesoramiento al profesorado para el desarrollo de las observaciones y proyectos de investigación. Desde 2015 se han impartido 38 formaciones con un alcance de más de 2.600 docentes. Como los cursos “Introducción a la Astronomía” y “PETeR: Investiga el Universo con telescopios robóticos” para docentes de Canarias, de los que se han impartido 5 ediciones en colaboración con la Consejería de Educación del gobierno regional. Destacamos también la escuela internacional “Astronomy Education Adventure in the Canary Islands”, que en julio de 2024 celebrará su décima edición consecutiva y con la que se han formado 576 docentes de 61 países.

## PROYECTOS EDUCATIVOS EN LA PALMA “SOLARLAB”

SolarLab fue un proyecto educativo, impulsado entre 2013 y 2015 por el Instituto de Astrofísica de Canarias y financiado por el Programa Severo Ochoa del IAC y SOLARNET, y coordinado por el astrofísico divulgador de la UC3 del IAC **Alfred Rosenberg**. Dirigido a centros de secundaria y bachillerato de Canarias, el proyecto concluyó con la formación de 307 profesores de los centros participantes de todo el Archipiélago -30 en La Palma- y la itinerancia de tres telescopios solares -con los nombres de Ra, Helios y Tonatiuh-, por periodos de una semana y por 147 centros educativos de las siete islas. Su alcance fue de más de 85.000 alumnos.

En virtud de un convenio marco de colaboración entre el Cabildo Insular de La Palma y el IAC para el desarrollo de actividades de divulgación de la ciencia firmado en 2013, el Cabildo apoyó activamente el proyecto SolarLab aportando material inventariable consistente en un telescopio Solar Lunt, que itineró por los centros de secundaria de La Palma, La Gomera, el Hierro, Lanzarote y Fuerteventura, así como en las actividades de divulgación de la astronomía organizados y coordinados desde el propio Cabildo palmero a través de conferencias, exposiciones, talleres científicos y otras actividades de fomento de la ciencia y la divulgación. Este telescopio se encuentra actualmente en el CEP de Santa Cruz de La Palma, a disposición de la comunidad educativa.

El proyecto también incluía el concurso “Canarios bajo el mismo cielo”, que premiaba con visitas a los Observatorios a los mejores trabajos en cuatro modalidades: de investigación, literario, artístico y periodístico.



Centros escolares que participaron en SolarLab:

- IES Cándido Marante Expósito
- Colegio Santo Domingo de Guzmán
- IES Virgen de las Nieves
- IES Luis Cobiella Cuevas
- IES Alonso Pérez Díaz
- Colegio Sagrada Familia
- IES Eusebio Barreto Lorenzo
- CEO Juan XXIII 09. IES Villa de Mazo

Instituciones colaboradoras: la compañía Binter, el Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología, el Cabildo de La Palma, el Museo de la Ciencia y el Cosmos y la Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad.



Arriba, un momento del curso SolarLab para el profesorado en el CALP, Breña Baja. Debajo, grupo escolar del centro palmero Santo Domingo de Guzmán y los tres telescopios de SolarLab. A la derecha, logo del proyecto, y los astrofísicos del IAC Alfred Rosenberg, Héctor Socas y Pere Lluís Pallé, impartiendo los cursos de formación al profesorado en La Palma.

### “100 LUNAS CUADRADAS”

Esta iniciativa, nacida en 2018 en el marco del proyecto “NIÉPCE”: del negativo al positivo”, consiste en una exposición itinerante, de nueve imágenes astronómicas, por centros educativos del archipiélago canario y acompañada de formación de profesorado. Hasta el presente, **Alfred Rosenberg** ha dado formación con ella a 196 profesores de todos los centros educativos de Canarias, 23 en La Palma. En este caso, la formación tuvo lugar en el CEP de Santa Cruz de La Palma.



La temática de las imágenes, obtenidas con el astrógrafo STC del IAC por el astrofotógrafo **Daniel López**, cubre todo tipo de objetos astronómicos y algunos descubrimientos relevantes en astrofísica: sistemas exo-planetarios, cunas estelares, estrellas adolescentes, fósiles cósmicos, lápidas fugaces, restos estelares, universos isla, grupos galácticos y cúmulos galácticos. Cada fotografía fue tomada abarcando un campo celeste equivalente al tamaño aparente de 100 lunas cuadradas y han sido impresas de forma que, a 12 m de distancia, el tamaño observado coincide con el que apreciaríamos al mirar, a simple vista, esa misma zona del cielo, pero en ese caso solo veríamos las estrellas más brillantes.

## “De Garafía a la Luna”



Manualidades realizadas por el alumnado del CEIP Santo Domingo de Villa de Garafía para el proyecto “De Garafía a la Luna”. Diseño: Inés Bonet (IAC)

“De Garafía a la Luna”, coordinado por **Alfred Rosenberg** e **Iván Jiménez**, de la UC3 del IAC, y el CEIP Santo Domingo de la Villa de Garafía (La Palma), permitió al alumnado del centro realizar sus propias investigaciones sobre la Luna a través de diferentes actividades. Este proyecto educativo surgió de las necesidades derivadas por la pandemia de la COVID-19 de motivar al alumnado del centro para que siguieran aprendiendo desde sus casas.

Durante cuatro semanas, los niños y niñas de infantil y primaria pudieron disfrutar de un programa de actividades, organizado semanalmente y adaptado a cada grupo de edad, que giró en torno a la temática de la Luna. Aunque el programa se desarrolló en su mayor parte de forma telemática, concluyó con un encuentro presencial en la Casa de la Cultura del municipio que contó con la colaboración del Ayuntamiento de la Villa de Garafía.

El objetivo del proyecto fue introducir el método científico en los estudiantes mediante la observación, experimentación y el planteamiento de modelos, abordando conocimientos teóricos y prácticos. Con diferentes



Ficha utilizada en el proyecto para seguir las fases de la Luna y póster entregado a todos los participantes del proyecto. Diseño: Inés Bonet (IAC)



Observación de la Luna con el telescopio cedido por el IAC y charla-taller impartida por Alfred Rosenberg (IAC) en la Casa de la Cultura de Garafía. © Kike Navarro

herramientas, como observaciones virtuales con telescopios, talleres, videoconferencias, encuentros online con astrónomos y videotutoriales, el alumnado del centro aprendió conceptos como las fases lunares, el tamaño aparente de la Luna, la distancia entre la Tierra y nuestro satélite, los procesos de formación de cráteres lunares, los eclipses o la luz cenicienta.

El IAC diseñó y proporcionó varios recursos didácticos, como fichas de seguimiento de las fases de la Luna y carteles informativos sobre nuestro satélite, para su uso con el alumnado. También se ofreció asesoría científica y técnica a través de reuniones organizativas semanales y promocionaron actividades adicionales, como la observación de los planetas Venus y Mercurio, el tránsito de la ISS sobre el Sol, el paso de los satélites Starlink 7 o el tránsito de Venus tras la Luna. Además, se obtuvieron imágenes diarias de la Luna, se produjeron tres videotutoriales de apoyo al profesorado y se realizaron dos videoconferencias de “pregunta a un astrónomo” y una observación en directo de la Luna desde el Observatorio del Teide.

### “LA NOCHE DE LAS ESTRELLAS EN INTERNET” Y “TELEASTRONOMÍA”



Con motivo del Día de Internet celebrado el 17 de mayo de 2007, el IAC organizó “La noche de las estrellas en Internet”, un evento coordinado por **Alfred Rosenberg** y dirigido al público convocado en los 14 cibercentros que el proyecto “La Palma Digital” desarrolló en la Isla. Este sería el origen de otro proyecto, “TeleAstronomía”, que se llevó a cabo de 2008 a 2012, realizando conexiones en directo durante las noches de los viernes (alternos) desde el Telescopio IAC-80, del Observatorio del Teide, a centros de enseñanza, museos, universidades y agrupaciones de astrónomos aficionados. Durante hora y media, los espectadores (que podían ser centenares, hasta seis o siete conexiones simultáneas) podían ver el telescopio y cómo se observaba desde la sala de control. También podían solicitar el objeto que querían fuese observado y realizar todo tipo de preguntas en directo, que eran debidamente atendidas. Se alcanzó a más de 45.000 personas en tres años y medio, mayoritariamente en España, pero ocasionalmente en México, Inglaterra, Canadá y Costa Rica.

# DIVULGACIÓN DE LA ASTROFÍSICA EN LA PALMA

**Gotzon Cañada** es un reconocido artista multidisciplinar residente en Canarias que reparte su creatividad entre esculturas, vidrieras, murales, diseño, fotografía, vídeo, instalaciones... Durante más de 20 años ha colaborado con el Instituto de Astrofísica de Canarias, diseñando todo tipo de materiales gráficos y promoviendo originales eventos e instalaciones audiovisuales, muchos de ellos en La Palma. La mayoría de las exposiciones que se recuerdan en esta revista llevan su firma, desde "20 años de Astronomía en La Palma" o "¿Estamos solos en el Universo?" hasta "COSMOVISIONES" o "Luces del Universo". En clave de humor, en 2004 lanzó el primer astronauta canario al espacio y en 2005 preparó la llegada de Albert Einstein a La Laguna. En la actualidad se dedica al mundo de la videocreación y ha recibido varios premios y reconocimientos. A continuación se recogen sus reflexiones sobre la divulgación de la Astrofísica en La Palma.

Contar, transmitir lo que se estaba gestando en las cumbres de dos islas, con una serie de extraños edificios e instrumentos, a una sociedad tranquila y acogedora, amante de su tierra y que apostaba por el turismo como medio de vida, no parecía tarea sencilla. Y, sobre todo, en La Palma, donde todo empezó más tarde y sin Universidad...

La decidida apuesta del IAC por bajar a tierra la ciencia que se desarrollaba en las alturas del Roque de Los Muchachos y dar a conocer y hacer partícipes a los palmeros de los descubrimientos y misterios del Universo, con un lenguaje comprensible, hizo que, poco a poco, la sociedad isleña fuera asumiendo, apadrinando e incluyendo la Astrofísica como parte de su patrimonio.

Jornadas informativas, exposiciones, charlas, eventos, inauguraciones... se fueron esparciendo por muchos rincones de la Isla en un afán por repartir orgullo y conocimiento... Palacio Salazar, Convento de San Francisco, Sala O'Daly, Cabildo, Aeropuerto, Garafía, Casa Argual, Los Llanos, Breña Baja, GRANTECAN... Todo ello nos supuso un importante reto para transformar una ciencia puntera a nivel mundial en un lenguaje amigable que todos pudiéramos entender.

Un genial equipo de personas entregadas y todas las "facilidades" de los organismos públicos y privados hacían que cada evento se viviera en la Isla con la emoción de ser partícipes de algo grande.

A mí, personalmente, me produce un enorme "cosquilleo" haber podido aportar mi granito de arena con mi implicación, mi trabajo, mis diseños de logos, carteles, libros, revistas, exposiciones, inauguraciones y mi imaginación, a una labor tan importante como necesaria para que la DIVULGACIÓN de la ciencia suba peldaños en este convulso planeta.

*Gotzon*



A la izquierda, equipo formado por Luis Cuesta, José Soriano, Cipriano Carrillo y Gotzon Cañada, en 1999, con un expositor sobre el GTC para el antiguo Convento Franciscano de la Inmaculada Concepción, en Santa Cruz de La Palma.



Escenario diseñado por Gotzon Cañada para la inauguración del GTC en 2009.



Regalo institucional con el lema "Observatorio Norte Europeo" con motivo de la inauguración del GTC en 2009. Una escultura en bronce de Gotzon Cañada.



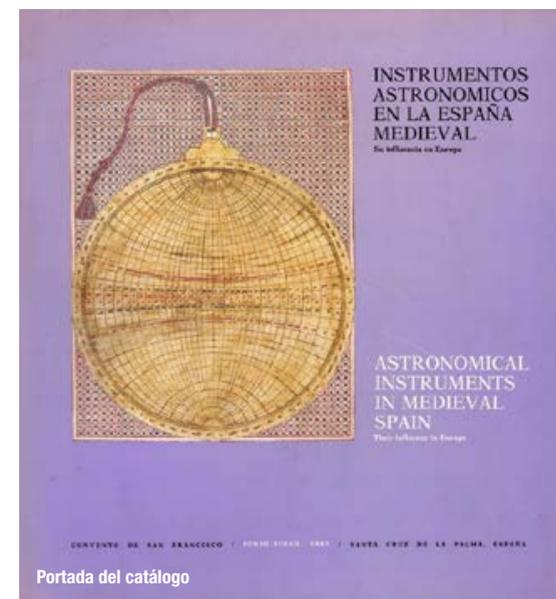
Con objeto de que la sociedad española conociera mejor el Proyecto GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC) -el primer proyecto de "gran ciencia" liderado por España-, el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Gobierno de Canarias, partícipes de la sociedad GRANTECAN, empresa pública que construía este telescopio para La Palma, presidieron conjuntamente un Acto de Presentación en Madrid de este proyecto. El acto tuvo lugar el 19 de abril de 2001, en el Salón de Actos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). El montaje expositivo fue obra de Gotzon Cañada.



Gotzon Cañada.

EXPOSICIONES Y OTRAS ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN

## “Instrumentos astronómicos en la España medieval y su influencia en Europa” 1985



Portada del catálogo

Con motivo de la inauguración del Observatorio del Roque de los Muchachos en 1985, se organizó la exposición "Instrumentos astronómicos en la España medieval. Su influencia en Europa", en el antiguo convento franciscano del siglo XVI de Santa Cruz de La Palma, que fue inaugurada por los Reyes de España (ver fotos a la derecha) y donde permaneció durante los meses de junio y julio. En este convento destaca en su interior un claustro en el que se encuentran los naranjos (recuerdo del antiguo Patio de los Naranjos) plantados por los monarcas y jefes de Estado de los diversos países europeos que se dieron cita en la Isla y que visitaron la exposición.



Astrolabio de Ibrahim ibn Said al Sahli (Toledo, 459 H./1067). Museo Arqueológico Nacional



Patio de los Naranjos del Convento de San Francisco en Santa Cruz de La Palma © José Ayut

Jose Ayut

# “De Galileo al GALILEO”

# 1996

La exposición “De Galileo al GALILEO: evolución de la observación astronómica”, que se pudo visitar en el Palacio de Salazar, en Santa Cruz de La Palma, en 1996, se distribuía entre dos salas, diferenciando así la instrumentación astronómica antigua de la moderna. La sección histórica mostraba, a través de significativos instrumentos, cómo la evolución tecnológica ha permitido mejorar y profundizar en el conocimiento astronómico.

Dado que esta exposición se organizaba con motivo de la inauguración del Telescopio Nacional “Galileo” (TNG), en el Observatorio del Roque de los Muchachos, se mostraban instrumentos que han sido realizados o utilizados en Italia, dividiéndose en cuatro secciones: “Antes de Galileo”, “Hacia la Definición del Sistema del Mundo”, “Hacia la Medida del Cosmos” y “Hacia la Comprensión del Universo”. Se pasaba así de los primeros instrumentos rudimentarios para medir los ángulos -la Ballestilla y la Regla de Ptolomeo-, a un astrolabio flamenco del siglo XVI, al telescopio de Galileo de 1609, a un ejemplar de un gran cuadrante astronómico, a un telescopio de madera de 8 metros de largo, del mismo tipo que los usados por Cassini para descubrir los satélites de Saturno, la mancha roja de Júpiter y la división de los anillos de Saturno que todavía hoy lleva su nombre. De una gran esfera armilar de madera dorada del siglo XVII se pasaba a un telescopio de lentes de finales del mismo siglo, a un tipo particular de micrómetro, un gran instrumento de pasajes y un telescopio típico de armazón ecuatorial, gemelo del usado por Schiaparelli. Por último, se exhibían los primeros ejemplares de espectroscopios, la gran contribución italiana al nacimiento de la Astrofísica.

En la sala moderna, dedicada al desarrollo de los telescopios ópticos para la observación de la Tierra, varios paneles ilustraban las diversas técnicas adoptadas para construir espejos siempre más grandes y eficientes: espejos múltiples, segmentados, en forma de panal, y de menisco delgado, hasta las posibilidades interferométricas ofrecidas por el proyecto Very Large Telescope del ESO. Una maqueta del TNG, a escala 1:1000, mostraba la estructura del edificio y de la peculiar cúpula giratoria, junto a paneles explicando los principios de la Óptica Activa y la Óptica Adaptativa. Un simulador de estas nuevas tecnologías y una presentación multimedia interactiva del TNG en el ordenador completaban la exposición.



Cartel de la exposición.



Diferentes momentos con motivo de la Exposición en el Palacio de Salazar, con la presencia SS.MM. los Reyes de España en 1996.

# “20 años de Astronomía en La Palma”

# 1999



Organizada por el IAC en el antiguo Convento Franciscano de la Inmaculada Concepción de Santa Cruz de La Palma y financiada por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, esta exposición conmemoraba el XX Aniversario de la firma de los Acuerdos Internacionales en Materia de Astrofísica, que tuvo lugar en el Cabildo Insular de La Palma el 26 de mayo de 1979. Inaugurada el 16 de noviembre de 1999, con la asistencia de diversas autoridades de la Isla y los miembros del Comité Científico Internacional de los Observatorios de Canarias, esta exposición itinerante ofrecía a los visitantes la posibilidad de conocer, con más detalle, tanto las instalaciones telescópicas y la ciencia que se realiza con ellas, como la historia y los muchos beneficios que la existencia del Observatorio del Roque de los Muchachos reporta a La Palma. Constaba de más de 62 paneles gráficos informativos, 7 módulos interactivos, una sala infantil, 2 maquetas de telescopios, fotografías murales, una sala de proyección y varios equipos informáticos con programas de divulgación

## EXPOSICIÓN UNIVERSAL HANNOVER 2000

La exposición “20 años de Astronomía en La Palma” también estuvo presente en la Exposición Universal Hannover 2000, que mostraba cómo los diferentes países abordarían en el siglo XXI las relaciones “Hombre-Naturaleza-Tecnología”, un escaparate y símbolo de lo que debía ser la aspiración del Planeta durante el próximo milenio. Los responsables del Pabellón de España eligieron precisamente la Astrofísica en La Palma como un modelo de integración entre naturaleza y ciencia, entre desarrollo sostenible y respeto por el mantenimiento de la identidad cultural de un pueblo singular.



científica. La exposición se completaba con un ciclo de charlas sobre Astrofísica, impartidas por astrónomos del IAC. Estuvo abierta hasta el 16 de enero de 2000.

## UN TELESCOPIO PARA DIVULGACIÓN EN LA PALMA

Además, con este motivo, se hizo entrega al presidente del Cabildo de un telescopio MEADE 10” LX50, que fue adquirido por el IAC con fondos de la Fundación “Santa María” y que, manejado por los responsables de la Agrupación Astronómica Isla de La Palma (AAP), sería destinado a rotar por los municipios y enseñar el cielo a los alumnos de los centros docentes y a particulares.



El director fundador del IAC, Francisco Sánchez, haciendo entrega a la consejera de Educación y Cultura del Cabildo de La Palma, M. Rosaura Acosta, del telescopio cedido para la divulgación de la Astronomía en la Isla.

También colaboraron en esta exposición:

- Excmo. Cabildo Insular de La Palma
- Excmo. Ayuntamiento de Santa Cruz de La Palma
- Antiguo Convento Franciscano de la Inmaculada Concepción
- Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife
- Agrupación Astronómica Isla de La Palma (AAP)
- Y las Instituciones Usuarias del Observatorio del Roque de los Muchachos:
  - Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING)
  - Telescopio Nacional Italiano “Galileo” (TNG)
  - El experimento HEGRA (High Energy Gamma Ray Astronomy)
  - Real Academia de Ciencias de Suecia
  - Asociación Científica del Telescopio Óptico Nórdico (NOTSA)
  - Telescopio Abierto Holandés (DOT)
  - Telescopio Meridiano de Carlsberg (CMT)

# “¡Busca en La Palma la belleza del Universo!”

Con motivo de las llamadas Semana Europea de la Ciencia y, posteriormente, Semanas de la Ciencia y la Tecnología, cuyo objetivo es acercar la ciencia al público de todas las edades, el IAC y los Observatorios de Canarias han participado en distintas ediciones con diferentes tipos de actividades de divulgación, especialmente en Tenerife y La Palma, y en colaboración con entidades como la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIIS) del Gobierno de Canarias, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), el Cabildo y los Ayuntamientos de La Palma, los Centros del Profesorado (CEP) de La Palma, el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife y la Agrupación Astronómica de La Palma (AAP), entre otros. Se destacan aquí algunas de las que se organizaron en el pasado en distintos municipios palmeros.

En el marco de la Semana europea de la Ciencia y la Tecnología 2003, se desarrollaron diferentes actividades para la difusión y divulgación de la Astronomía, destinadas especialmente a todo el público palmero en tres municipios de la Isla -Santa Cruz de La Palma, Los Llanos de Aridane y Garafía- y, en gran parte, orientadas a la comunidad escolar. El programa incluía la exposición “¡Busca en La Palma la belleza del Universo!”, sesiones de planetario, experimentos, observaciones con telescopio y charlas de divulgación. Además, durante la noche del 8 al 9 de noviembre se produjo un eclipse de Luna que se siguió en directo desde Garafía, en conexión con los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos. Con este motivo se editó una unidad didáctica sobre eclipses que se distribuyó entre los distintos centros escolares de la isla de La Palma.



# 2003

# “Cuando la Luna se esconde”

# 2004

Con el objetivo de responder al creciente interés de la comunidad educativa de La Palma por los diferentes eventos astronómicos visibles desde la Isla, el IAC, a través del ORM y los CEP de La Palma, organizó el concurso “**Cuando la Luna se esconde**”, coincidiendo con el eclipse de Luna del 4 de mayo de 2004. Se convocó en dos modalidades: “Dibujo infantil”, para alumnos de primaria, y “Cartel explicativo”, para alumnos de secundaria, sobre el eclipse total de Luna. El 21 de junio de ese año se inauguró la exposición con los trabajos presentados en la Sala O'Daly de Santa Cruz de La Palma. Allí mismo tuvo lugar la entrega de premios.

De los 45 participantes en la modalidad de dibujo infantil, el primer premio correspondió a **Ramón Ramos Cabrera**, del CEIP Gabriel Duque Acosta, centro que también recibió premio. En esta modalidad, el jurado concedió dos accesit a los dibujos realizados por **Felipe Rodríguez Galván** (CPEIPS Santo Domingo de Guzmán) y **Eric Santana Peña** (CEOC de Barlovento).

De los 41 carteles presentados por los 161 participantes en la modalidad de póster, el primer premio correspondió al trabajo realizado por los alumnos **Sergio Álvarez**, **Esther Cobiella** y **Patricia Bolaños**. Tal y como aparecía en las bases del concurso, se otorgó también un premio al centro al que pertenecían los alumnos ganadores del primer premio, en este caso, el IES Luis Cobiella Cuevas. El jurado igualmente concedió un accesit al trabajo realizado por los alumnos **Rosa Mª Batista**, **Michelle Colmenars**, **Beatriz Gmelch** y **Pablo Rodríguez**, pertenecientes a la Escuela de Arte de Santa Cruz de La Palma. Por otra parte, se concede una mención especial a los siguientes centros participantes en este concurso: al IES Alonso Pérez Díaz y al IES Virgen de Las Nieves.

Los premios consistían, entre otros y según las modalidades, en mochilas con materiales didácticos sobre Astronomía, prismáticos, un telescopio y visitas guiadas al Observatorio.

El jurado ha estado compuesto por **Juan Carlos Pérez Arencibia**, **Laura Calero Hernández** y **Luis Cuesta Crespo**, por parte del IAC, **Ángeles Expósito Medina**, del CEP de Santa Cruz, **Martín Taño García**, del CEP de los Llanos, y **Juan Antonio González Hernández**, de la Agrupación Astronómica Isla de La Palma (AAP).



Los 10 centros participantes fueron:

- CPEIPS Sagrada Familia de Nazaret
- Escuela de Arte
- IES Alonso Pérez Díaz
- IES Virgen de Las Nieves
- IES Luis Cobiella Cuevas
- IES Las Breñas
- CEOC Barlovento
- CEIP Gabriel Duque Acosta
- CPEIPS Santo Domingo de Guzmán
- CEIP Anselmo Pérez Brito



Premios y premiados. © Luis Cuesta (IAC)

# “¿Estamos solos en el Universo?” 2004



En la edición de la Semana Europea de la Ciencia de 2004 se intentó responder a la pregunta de si hay vida extraterrestre y a otras cuestiones relacionadas fundamentalmente con el ámbito de la Astrobiología. El IAC acercó a los municipios de Santa Cruz de La Palma, Los Llanos de Aridane, Breña Baja y Garafía diversas actividades con el fin de informar al público sobre la actualidad de la exploración del Sistema Solar y la búsqueda de vida extraterrestre, así como reflexionar sobre las implicaciones que los futuros descubrimientos pueden tener desde el punto de vista no sólo científico, sino también filosófico y existencial. Bajo el lema “¿Estamos solos en el Universo?”, estos actos consistieron en una exposición sobre astrobiología y los proyectos de búsqueda de vida en el espacio que incluía una recreación del planeta Saturno, un ciclo de cine con películas relacionadas con dicho tema, con debate al final, coordinado por **Pablo Bonet**, y una serie de conferencias y talleres, con observaciones solares y nocturnas. Responsables de la Exposición y personal de apoyo para los visitantes: **Laura Ventura, Karin Ranero, Eva Untiedt, Luis Cuesta y Juan Carlos Pérez Arencibia**. Diseño de la Exposición: **Gotzon Cañada**. Fotos: **Luis Cuesta y Antonio González**.

A cargo del **grupo de trabajo de Public Outreach de los Observatorios del IAC** dentro del proyecto OPTICON, y con el tema: «Programa de observación dedicado a la búsqueda de vida en el Universo», se organizó una visita para explicar las actividades del Observatorio del Roque de los Muchachos relacionadas con la búsqueda de vida fuera de la Tierra. Incluía visita guiada a varios telescopios: MAGIC, WHT y TNG, con explicación detallada en cada uno de ellos, reparto de documentación y comida. Participantes: 150 personas.



## EL PLANETA SATURNO

Una recreación del planeta Saturno permitió, por un momento, quedarse «flotando» en la superficie de la «joya del Sistema Solar», contemplando el elegante movimiento de sus maravillosos y célebres anillos y de sus numerosas lunas. Diseño: **Gotzon Cañada**. Fotos: **Luis Cuesta (IAC)**.

A la izquierda, fotos de la exposición, y a la derecha, de otras actividades. © IAC



# “Un viaje especial”

Los actos de la Semana Europea de la Ciencia de 2004 en La Palma incluyeron el estreno de un espectáculo teatral itinerante a cargo del grupo “**Tal Cual Troupe**” y titulado “**Un viaje especial**”, basado en el guion original de **María C. Anguita**, astrónoma divulgadora del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) que falleció prematuramente en 2023.

“Un viaje especial”, escenificada con títeres, es la historia de una niña que se transforma en globo y que así recorre el Sistema Solar... pero algo le hace regresar a casa”.

Esta obra se representó en varios municipios palmeros: Casa de Cultura de Los Llanos de Aridane, Casa de Cultura de Garafía, Sociedad de Teatro de la Juventud Española en Breña Baja y Teatro Chico de Santa Cruz de La Palma.

Se realizaron 9 funciones entre el 9 y el 12 de noviembre de 2004, con una duración de 30 minutos y con preguntas a una astrónoma al final de cada función. Asistieron más de 1.800 alumnos de primero a sexto de primaria.

Responsable de la actividad: **Natalia R. Zelman (IAC)**. Coordinación con centros: **Eva Untiedt (IAC)**.

Tal Cual Troupe es un grupo de teatro y títeres de La Palma creado en 1992. En el marco de AstroFest La Palma 2023, también puso en escena “**El rey estrellado**”, que pretende, de una manera divertida y dinámica, dar a conocer los problemas que genera la contaminación lumínica y las ventajas de proteger nuestro cielo, así como despertar vocaciones científico-tecnológicas.



En la imagen superior, María C. Anguita (en el medio), junto a los miembros de Tal Cual Troupe, al finalizar una función de “Un viaje especial”. Abajo, distintos escenarios donde fue representada. A la derecha, varias secuencias de escenas de la obra. © IAC



# “Tour astronómico”

En 2005, la Semana de la Ciencia se inauguraba con una exposición, en el aeropuerto de La Palma, de imágenes astronómicas obtenidas desde los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos, titulada “**Tour astronómico**”.

El programa incluía además la exposición “**Cosmocolor**” (ver abajo); una visita guiada al Observatorio del Roque de los Muchachos; una serie de charlas divulgativas en el Palacio Salazar de Santa Cruz de La Palma –“Vive la ciencia”, sobre temas de interés para el público en general: “Tu hogar es un laboratorio”, por **Antonia M. Varela**, “Viaje en el tiempo”, por **Erik Stengler**; “¿La Tierra en peligro?”, por **Mark R. Kidger**; y “¿Estamos solos en el Universo?”, por **Manuel Vázquez Abeledo**.

También se proyectó un vídeo sobre la construcción del Gran Telescopio CANARIAS, desde la colocación de la primera piedra del edificio por parte de su S.A.R. el Príncipe de Asturias hasta el montaje de los últimos componentes del telescopio, y el premiado corto audiovisual “La Ciudad Relativa”, dedicado a la Teoría de la Relatividad Especial de Einstein y realizado por **Iván Jiménez Montalvo** e **Inés Bonet Márquez**, del IAC.



Exposición “Tour astronómico” en el aeropuerto de La Palma. © IAC

# “COSMOCOLOR”



La estrella Rho Ophiuchi + Antares. © Ignacio de la Cueva Torregrosa (Gran premio absoluto - Fotocósmica 2004)



Exposición “Cosmocolor” en el Palacio Salazar. © IAC

La exposición COSMOCOLOR del IAC pudo verse en 2005 en el Palacio Salazar de Santa Cruz de La Palma con motivo de la “Semana de la Ciencia y la Tecnología” de ese año, que contó con financiación de la FECYT. Se trataba de una exposición que rotaría por los distintos municipios de la Isla interesados en este tipo de actividades. Para ella se seleccionaron algunas de las mejores fotografías del cielo obtenidas por los astrónomos aficionados que participaron en “**Fotocósmica 2004**”, concurso organizado por el IAC con el fin de crear el Banco de Imágenes Astronómicas (BIA) para la divulgación de la Astrofísica. Los astrónomos aficionados disponen de una gran cantidad de imágenes muy valiosas y de gran calidad, por lo que el BIA pretendía sumar estas a las imágenes de los centros de investigación, de manera que se convirtiera en un recurso completo, útil y accesible, acercando la belleza del Universo a todos los públicos. Además, la exposición incluía imágenes obtenidas por personal del IAC.

# 2005

# “¡Mira qué Luna!”

Organizada a través de una colaboración entre el Telescopio Nazionale Galileo, el Isaac Newton Group of Telescopes, el Gran Telescopio Canarias, el Mercator Telescope, el Nordic Optical Telescope y el Instituto de Astrofísica de Canarias, se ofrecía una retrospectiva de la Luna desde Galileo hasta el primer alunizaje.



# 2009



### DIVULGACIÓN EN LA PALMA

# 2009

Esta exposición, organizada por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) con el patrocinio del plan Septenio del Gobierno de Canarias y la colaboración del Excmo. Cabildo Insular de La Palma, estuvo presidida por Sus Majestades los Reyes de España con motivo de la inauguración del Gran Telescopio CANARIAS.

Observar el Cosmos, estudiarlo, cuestionar su origen y sus límites son aspectos fundamentales tratados por las ciencias, las artes y, en general, por la historia del pensamiento humano. Las estrellas han poseído siempre un gran hechizo para el hombre que a través de ellas ha tratado de entender los misterios del Universo. Desde el primer momento en el que la humanidad dirigió su mirada al cielo, creyó ver una geometría perfecta que parecía proveerle de armonía y movimiento: el círculo.

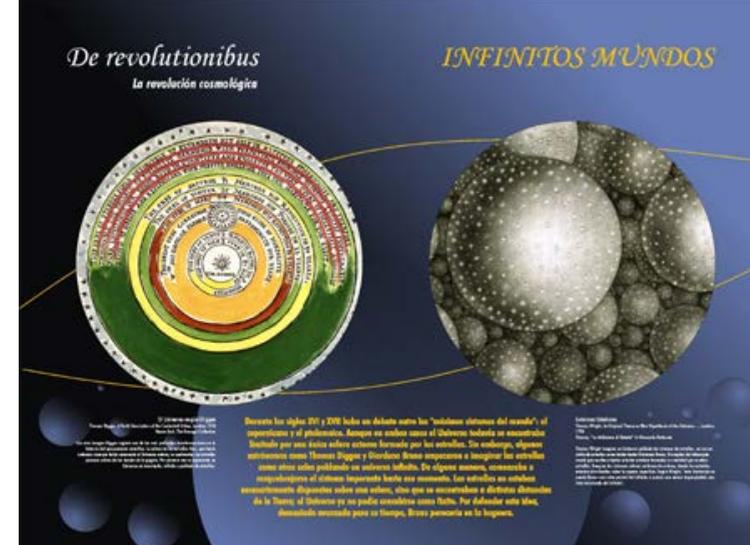
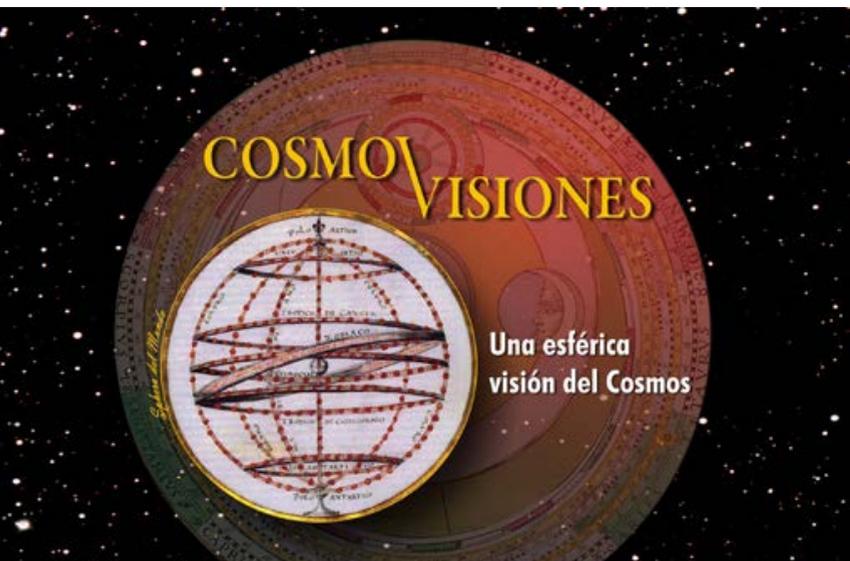
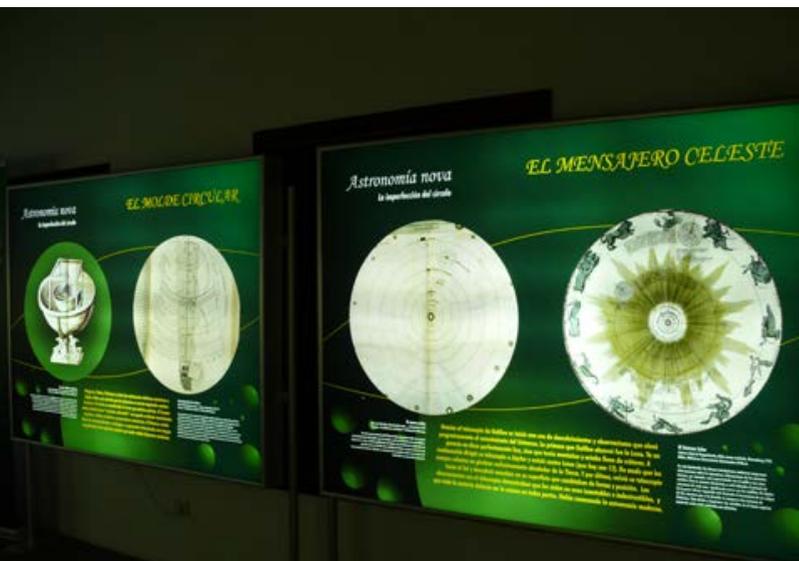
La simetría circular ha inspirado a muchos pensadores y científicos hasta la actualidad. No sólo es la forma más simétrica y estable en la naturaleza, sino que en la historia de la astronomía tiene un especial significado: el orden y la belleza del movimiento planetario, la perfección geométrica de los cuerpos celestes e incluso la armonía en sentido musical, "la música de las esferas". Pocas ideas han seducido tanto a la ciencia y el arte. Sólo el desarrollo de la astronomía moderna, gracias a la introducción del telescopio, consiguió romper la fascinación por el círculo y dotar al Universo de su verdadera forma y lugar.

Cosmovisiones ofreció a los visitantes la posibilidad de explorar la evolución de nuestra concepción del Universo siguiendo los pasos de los astrónomos del pasado. A través de las representaciones artísticas que han llegado hasta nuestros días en libros y manuscritos, la muestra realizaba un repaso histórico por las diversas cosmogonías, desde las primeras civilizaciones, pasando por la astronomía medieval y su aceptación del sistema geocéntrico de Ptolomeo, hasta la revolución científica moderna iniciada con el modelo heliocéntrico de Copérnico y completada por Galileo, Kepler y Newton.

En este recorrido histórico, la exposición también quiso dejar constancia de una de las principales aplicaciones de la astronomía, especialmente durante los siglos XV y XVI, que permitió el desarrollo del comercio y el descubrimiento de nuevos mundos: la navegación. Finalmente, la última parte de la muestra está dedicada a la astronomía actual y en cómo vemos hoy el Universo gracias a los modernos telescopios, destacando entre ellos la contribución presente y futura del Gran Telescopio Canarias.

# “COSMOVISIONES”

## Una esférica visión del Cosmos



# Concurso Internacional de ASTROFOTOGRAFÍA 2009

En 2009, coincidiendo con el Año Internacional de la Astronomía, el Cabildo Insular de La Palma organizó una exposición con imágenes del primer Concurso Internacional de Astrofotografía “La Palma”, a la que han seguido nuevas ediciones hasta hoy. El contenido de las imágenes de este concurso, de carácter internacional y dirigido a todos los aficionados a la Astronomía, debía tener un motivo astronómico, pudiéndose utilizar cualquier técnica de Astrofotografía, realizarse con telescopios, cámaras sobre trípodes, CCD, cámaras digitales o químicas, procesadas o no, y debiendo ser originales e inéditas. El jurado estuvo constituido en su primera edición por siete miembros: dos del Cabildo de La Palma, dos del Instituto de Astrofísica de Canarias, uno del Gran Telescopio Canarias y dos de la Reserva Mundial de la Biosfera. Con las mejores fotos, premiadas o no, el Cabildo ha organizado exposiciones en el Patio de Los Naranjos del Museo Insular de La Palma, en la Casa Salazar y en distintos municipios de la Isla, acompañadas habitualmente por conferencias de divulgación impartidas por científicos del IAC o del ORM y observaciones astronómicas a cargo de cielos-lapalma.com.



“Tazas con arte”, con diseños tomados de imágenes del concurso de Astrofotografía La Palma. © Cabildo de La Palma

La Consejería de Cultura del Cabildo de La Palma incorporó cuatro obras premiadas en las ediciones de 2010 y 2014 del Concurso Internacional de Astrofotografía a la colección de piezas “Tazas con Arte”, sumándose a otros diseños en los que aparecen obras de arte del Museo Insular o piezas de cerámica aborigen del Museo Arqueológico. Imágenes: ‘M45 Pleyades’ de Domingo Pestana (primer premio de la modalidad ‘Cielo Profundo’, en la sexta edición del certamen, en 2014); ‘Caminando hacia la cumbre’, de Giovanni Tessicini (segundo premio de la modalidad ‘Paisaje Astronómico desde La Palma’, en la sexta edición certamen, en 2014); ‘Luz del Sur’, de Carmelo González (primer premio de la segunda edición del certamen, en 2010); y ‘Arcoíris estelar sobre GTC’, de Daniel López (segundo premio de la segunda edición del certamen, en 2010)“.

## del Cabildo de La Palma



M45 Pleyades, de Domingo Pestana (primer premio modalidad “Cielo Profundo”, 2014). © Cabildo de La Palma



Cartel de una de las exposiciones. © Cabildo de La Palma



Velos espaciales, de Raquel Valdazo González (primer premio modalidad “Cielo profundo”, 2018). © Cabildo de La Palma



A vista de Bejenado, de Alejandro Paz Pérez (primer premio modalidad “Paisaje astronómico desde La Palma”, 2018). © Cabildo de La Palma

## La Vuelta al Mundo en 80 telescopios

Fue uno de los proyectos más ambiciosos del Año Internacional de la Astronomía. Se trataba de conectar con 80 telescopios de alrededor del mundo, de forma ininterrumpida, durante 24 horas. **Alfred Rosenberg**, del IAC, se encargó de organizar todas las conexiones con los Observatorios de Canarias, los contenidos audiovisuales y guiones iniciales, así como de mostrar la variedad de telescopios que existen en el ORM y en el OT. Finalmente consiguió que 8 de los 80 telescopios mundiales retransmitieran desde los Observatorios de Canarias. Se alcanzaron picos de 250.000 espectadores simultáneos de todo el planeta.

# “Sorpresas del Cosmos” 2009



La exposición “Sorpresas del Cosmos” fue fruto de la colaboración entre el Instituto de Astrofísica de Canarias y el Instituto Cervantes. Su objetivo era dar a conocer en el extranjero la labor de investigación astrofísica que se llevaba a cabo en España, un país que cuenta con importantes observatorios en su territorio, coincidiendo con la celebración en 2009 del Año Internacional de la Astronomía. A La Palma también llegó esta exposición itinerante: imágenes astronómicas realizadas principalmente desde los Observatorios del Roque de los Muchachos (La Palma) y del Teide (Tenerife) y expuestas internacionalmente en sedes del Instituto Cervantes en Madrid, Pekín, Shanghai, Tokio, Utrecht, Lisboa y Londres, entre otras.

La imagen de la Nebulosa Trífida (Daniel López/IAC), como se aprecia en la foto, era una de las imágenes astronómicas que se exhibió en las sedes del Instituto Cervantes.

# “El IAC: desde su origen al Gran Telescopio CANARIAS” 2011

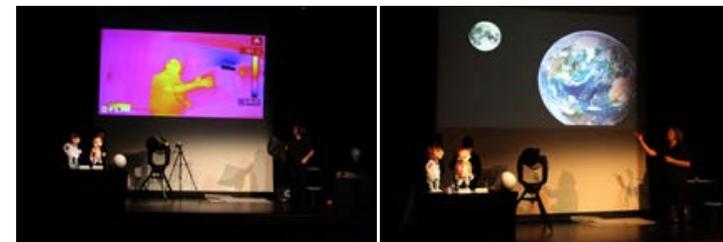
Del 22 al 29 de noviembre de 2011, en el Convento de San Francisco, de Santa Cruz de La Palma, y en el Marco de la Semana de la Ciencia, el IAC en colaboración con Sodepal y los Centros de Profesores de la Isla, organizó la exposición titulada “El IAC: desde su origen al Gran Telescopio CANARIAS”. En ella se hacía un recorrido que comenzaba en el siglo XIX con las primeras misiones de prospección de la calidad del cielo en Tenerife y terminaba en la actualidad con los más sofisticados instrumentos de la ciencia astronómica. Además, los asistentes fueron invitados a la proyección del documental “Pioneros de la Astronomía en Canarias”, sobre la historia de los astrónomos que han hecho posible que Tenerife y La Palma sean hoy en día una de las ventanas para el estudio del Universo. A esta exposición asistieron unas 1.000 personas, entre alumnos y profesores palmeros, así como público en general.



A la izquierda, telescopio de Piazzí Smyth en Guajara (Tenerife). © ROE/RSE Archives. A la derecha, el Gran Telescopio Canarias (La Palma). © Pablo Bonet (IAC)

Fotogramas del documental “Pioneros de la Astronomía en Canarias”.

# “¿Sueñan los títeres con el Cosmos?” 2012



Los mellizos, Ramiro y Estrella, se cuelan en una charla de divulgación sobre el cosmos. Sus preguntas pondrán en aprietos al conferenciante, que tendrá que desplegar toda su habilidad - y una serie de espectaculares experimentos - para satisfacer su curiosidad.

“¿Sueñan los títeres con el Cosmos?” fue una obra de teatro con títeres coproducida por el IAC y el Museo de la Ciencia y el Cosmos (MCC), de Museos de Tenerife, estrenada en 2012, y puesta en escena de nuevo en 2014. Esta actividad formó parte de las acciones divulgativas con motivo de las Semanas de la Ciencia y la Innovación en Canarias, organizadas por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias. Los títeres de la compañía **The RootPuppets** (Estrella y Ramiro, en manos de **Esther D’Andrea y Vera González**) acompañaban este divertido espectáculo conducido por el astrofísico divulgador **Alfred Rosenberg**, con guión y dirección de **Rubén Naveros** y la colaboración de **Oswaldo González**, del Museo. A los mandos técnicos, **Francisco Fernández** (DML). Gestión del proyecto: la palmera **Laura Calero**. El 27 de noviembre de 2012 hubo dos representaciones en el Teatro Circo de Marte de Santa Cruz de La Palma.





## “LUCES DEL UNIVERSO”

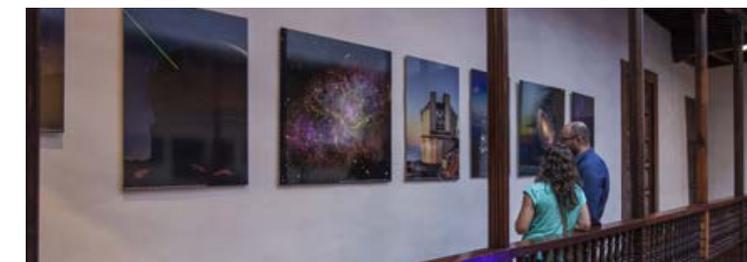


### EXPOSICIONES Y OTRAS ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN

# 30 años de los Observatorios de Canarias 2015

El IAC y las instituciones científicas que han contribuido con sus telescopios a lo que hoy son los Observatorios de Canarias celebraron en 2015 el 30 Aniversario de estas singulares infraestructuras científicas de prestigio internacional. Por esta razón, se diseñó la exposición “Luces del Universo” sobre la historia -pasado, presente y futuro- de la Astrofísica en Canarias, que tras estar abierta al público en Tenerife se mostró en el Palacio Salazar de Santa Cruz de La Palma.

La exposición, en español y en inglés, ocupó dos plantas del Palacio Salazar, del Cabildo Insular de La Palma. En la inferior, se invitaba a experimentar sensaciones entrando en el módulo “Caleidoscopio GTC”, llamado así por el Gran Telescopio Canarias; a descubrir con qué piezas ha contribuido el IAC al puzzle del Universo y en qué consorcios científicos internacionales participa; a viajar por la historia en imágenes de este instituto y sus Observatorios; a conocer de forma interactiva las características y los resultados científicos de cada uno de los telescopios -pasados y presentes- del Observatorio del Teide y del Observatorio del Roque de los Muchachos; a comparar telescopios de ayer y de hoy; y a compartir otros muchos recuerdos. En la planta superior, de nuevo se pretendía provocar emociones sensoriales con una inmersión solar interactiva; impresionar la retina de los visitantes con una composición de espectaculares imágenes astronómicas relacionadas con la Luz, fenómeno al que estaba dedicado el Año Internacional 2015; informar de cómo se investiga en Física Solar en el IAC con la proyección de un vídeo producido por este instituto. También, en el Salón Noble, se proyectó material audiovisual relacionado con la Astrofísica en Canarias.



# “Mujeres para una Isla de estrellas” 2017

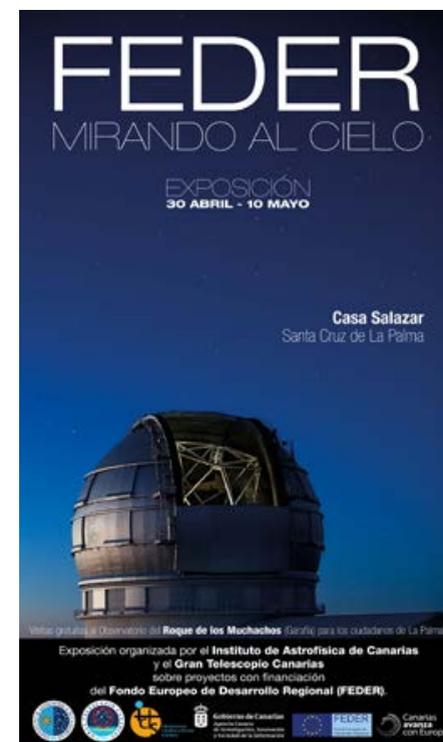
El Cabildo Insular de La Palma, a través del Área de Servicios Sociales, organizó en el Centro de Interpretación de la Bajada de la Virgen de Santa Cruz de La Palma una exposición para conmemorar el 8 de marzo, Día Internacional de Las Mujeres. Con ella, el Cabildo hacía un reconocimiento a mujeres que han desarrollado su actividad profesional vinculadas al Observatorio del Roque de los Muchachos. De izquierda a derecha, **Cecilia Hosinsky** (bibliotecaria en el Telescopio Solar Sueco hasta 2002), **Mariza Pérez López** (personal del Servicio de limpieza del ORM durante casi 10 años), **Elsa López** (escritora), **Dácil Hernández Rocha** (cocinera y vigilante en la Residencia del ORM), **Mary Barreto Cabrera** (ingeniera industrial, gestora de proyectos del IAC), **Jovita Monterrey** (consejera de Asuntos Sociales, inaugurando la exposición), **Cecilia Álvarez Leal** (astrofísica y profesora de secundaria), **Nieves Castro Rodríguez** (astrofísica del GTC), **Ana María Castañeda Pérez** (empleada pública del Área de Turismo del Cabildo de La Palma) y, ausentes en la foto, **Laura María Calero Hernández** (gestora de proyectos, licenciada en Física en la especialidad de Astrofísica), **Ana García Suárez** (empresaria, Astrolapalma) y **Sheila Crosby** (ingeniera informática y guía Starlight).



# “FEDER, mirando al cielo” 2018

El Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) es un instrumento financiero de la Comisión Europea cuya finalidad es fortalecer la cohesión económica y social en la Unión Europea corrigiendo los desequilibrios entre sus regiones. Desde el 30 de abril de 2018 hasta el 10 de mayo, se pudo visitar la exposición itinerante “FEDER, mirando al cielo” en la Casa Salazar de Santa Cruz de La Palma, que presentaba visualmente los proyectos de Astrofísica en Canarias financiados con estos fondos, para impulsar especialmente el Gran Telescopio Canarias (GTC) y los Observatorios de Canarias, ambos Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares (ICTS). Esta exposición, organizada por el IAC, Grantecan S.A. y la Consejería de Hacienda del Gobierno de Canarias, contó además con la colaboración del Cabildo de La Palma y del Programa de Excelencia Severo Ochoa.

Además, con motivo de esta exposición y gracias a la financiación de la Consejería de Hacienda del Gobierno de Canarias, se establecieron unas Jornadas de visitas gratuitas al GTC durante todos los domingos del mes de mayo. El transporte hasta el Observatorio del Roque de los Muchachos (Garafía, La Palma) estuvo cubierto por los organizadores, desde Santa Cruz de La Palma y Los Llanos de Aridane.



Cartel de la exposición. Diseño: Inés Bonet (IAC)



En la imagen, una de las salas expositivas con la maqueta del Gran Telescopio Canarias. © IAC



A la derecha, Romano Corradi, director del GTC, inaugurando la exposición y explicando los paneles de la misma a las autoridades e invitados al acto de apertura. © IAC

# “Miniferia de la Ciencia y la Innovación”



En 2019, la isla de La Palma estrenó su primera Miniferia de la Ciencia y la Innovación, en la que el IAC participó también, con dos emplazamientos, en la Casa Salazar de Santa Cruz de La Palma y en el Museo Arqueológico Benahoarita de Los Llanos de Aridane. Más de 230 escolares visitaron el stand del IAC y participaron en los talleres diseñados para indagar en la relación entre la Astrofísica y los diferentes elementos químicos que componen todo lo que nos rodea. La Tabla Periódica de los Elementos Químicos fue el eje central del evento, en sintonía con las celebraciones del Año Internacional dedicado a dicha tabla que en 2019 cumplía 150 años desde que fuera propuesta por Mendeleev.

## Proyecto “AMANAR: bajo el mismo cielo”



Niños y niñas saharauis visitaron, junto a sus familias de acogida, el Observatorio del Roque de los Muchachos en La Palma y accedieron a los telescopios GTC y LST-1. © F. Carrelli, D. Rodríguez, F. Sordo, GalileoMobile.

Esta iniciativa de **GalileoMobile**, en colaboración con la Asociación Canaria de Amistad con el Pueblo Saharaui y el IAC, es un proyecto de divulgación astronómica que pretende inspirar a la comunidad saharauí a través de las maravillas de nuestro universo y promover la paz y un sentimiento de unidad bajo el mismo cielo, teniendo como punto de partida la Astronomía y los objetivos de desarrollo sostenible definidos por las Naciones Unidas. El proyecto presta especial atención a niños, niñas y jóvenes con el fin de despertar su interés por la ciencia, estimular la imaginación y el pensamiento crítico y contribuir a fortalecer su resiliencia e integración en su comunidad. El apoyo al profesorado de los campamentos en su labor pedagógica, mediante la formación y la donación de telescopios y recursos educativos, es otro aspecto fundamental del proyecto. Amanar fue seleccionado en 2019 “Proyecto Especial” de la Unión Astronómica Internacional (IAU) dentro de las conmemoraciones de su centenario, por ser un ejemplo de cómo la astronomía puede servir para llevar esperanza y aliento a lugares en conflicto y a fomentar el respeto entre culturas.

También en 2019, un grupo de niños y niñas saharauis visitaron el ORM y realizaron diversos talleres y observaciones astronómicas de la mano de las astrofísicas divulgadoras de la UC3 **Sandra Benítez**, coordinadora del proyecto, y **Nayra Rodríguez**. En las actividades participaron también el periodista de la UC3 **Iván Jiménez**, además de personal de CTAO, GTC, otros miembros de GalileoMobile y Cielos de la Palma.



Personal de divulgación e investigación del IAC se desplazó a diez centros de secundaria de la Isla para desarrollar charlas-talleres con el alumnado de dichos centros. En total, más de 1.400 personas, entre estudiantes, profesorado, familias y público general, participaron en las diferentes actividades desarrolladas por el IAC durante esta edición de las Semanas de la Ciencia y la Innovación en Canarias.

En La Palma, las charlas y talleres fueron desarrolladas por los astrofísicos divulgadores **Alfred Rosenberg** y **Nayra Rodríguez Eugenio**, con la colaboración de la investigadora predoctoral **Ana Esteban Gutiérrez**.

La colaboración ha continuado en siguientes ediciones.

# Encuentro de Mujeres en la Astronomía



En 2022, el área de Turismo del Cabildo de La Palma, incluyó actividades vinculadas a las “Vocaciones científicas”, como la exposición “AstrónomAs”, en el Museo Insular, y la intervención de **Paula Espinosa**, astrofísica y cantante, acompañada por **Irene Puerto**, astrofísica del IAC, en Los Llanos de Aridane.

La empresa pública Sodepal, con financiación de la Consejería de Turismo del Cabildo de La Palma, ha organizado dos ediciones (2023 y 2024) del “Encuentro de mujeres en la Astronomía”, en el marco del programa Vocaciones Científicas y con el objetivo de visibilizar el trabajo de las profesionales de este ámbito.



En 2023, la investigadora del IAC **Adriana de Lorenzo-Cáceres** dio la charla “¿QUÉ ES AstrónomAs? Y en una mesa de debate participaron **Mary Barreto**, ingeniera senior del IAC; **Nieves Castro**, astrónoma senior del GTC; **Celicia Fariña**, astrónoma del ING; y **Gloria Andreuzzi**, astrónoma del TNG. Moderó la mesa la periodista y comunicadora **Alba Pérez**.

En 2024, han participado: **Cristina Ramos Almeida**, doctora en Astrofísica, científica titular del IAC e Investigadora Principal del grupo «Actividad nuclear en galaxias»; **Patricia Márquez Paniagua**, doctora en Física, ingeniera y telescope manager del prototipo del Large-Sized Telescope (LST-1); **Ana Castañeda Pérez**, ex gerente del Patronato de Turismo desde 1987 a 2009 y coordinadora de las mesas de productos turísticos, entre ellas la de Astroturismo, hasta 2021; y **Sheila Crosby**, ex-ingeniera del Isaac Newton Group of Telescopes, Guía Starlight y escritora. Moderó la mesa **Nayra Rodríguez Eugenio**, astrofísica divulgadora del IAC.



Diseño de cartel: Inés Bonet (IAC).

## “Habla con ellas”

El proyecto “Habla con Ellas: Mujeres en Astronomía”, que en 2024 celebró su sexta edición, es una iniciativa organizada y coordinada por **Nayra Rodríguez Eugenio**, de la Unidad de Comunicación y Cultura Científica del IAC, que pretende visibilizar el trabajo de las mujeres en el campo de la Astronomía-Astrofísica, a la vez que ofrecer al alumnado nuevos referentes profesionales para fomentar sus vocaciones científicas y tecnológicas. Consiste en la realización de videoconferencias con centros educativos por parte de astrofísicas e ingenieras del IAC y colaboradoras de las instituciones usuarias de los Observatorios de Canarias, en las que estas explican su trabajo, hablan de su campo de investigación y contestan a las preguntas del alumnado sobre la carrera científico-tecnológica, el Universo o los métodos que emplean para estudiarlo.

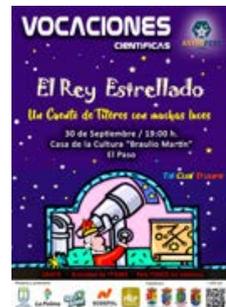
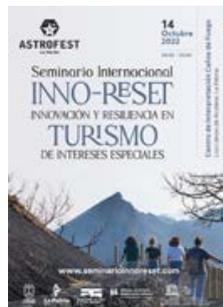
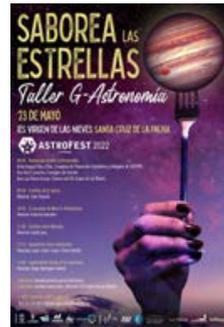
El proyecto está dirigido a la comunidad educativa de toda la geografía española -por supuesto, también a la isla de La Palma-, y a todos los niveles educativos preuniversitarios, desde infantil a bachillerato y formación profesional. Hasta el momento, han participado 56 colaboradoras, 8 de ellas vinculadas a instituciones presentes en el ORM, que han realizado unas 250 actividades con un alcance de más de 10.000 estudiantes de 15 Comunidades y Ciudades Autónomas españolas.

# ASTROFEST La Palma

ASTROFEST es un festival organizado y coordinado por la Consejería de Turismo del Cabildo de La Palma desde 2015 como una propuesta consolidada que pone en valor el turismo de las estrellas. Entre los eventos que se han organizado en los últimos años dentro de este festival, se encuentran iniciativas como “Apaga la luz y enciende las estrellas”, “Transvulcanía”, “Reventón Trail”, “Muestra de Cine Secuencia 27”, “Festivalito La Palma-Festival de las Estrellas”, “Laboratorio de cine bajo las estrellas”, “III Seminario Internacional de Astroturismo”, “Astromaster de fotografía nocturna”, “Vocaciones científicas”, “Concurso de dibujo infantil” o “Talleres G-Astronomía Saborea las estrellas”, entre otras. En estas actividades suelen participar el IAC, las instituciones del ORM y la Fundación Starlight.



De derecha a izquierda, el director del III Seminario Internacional de Astroturismo y profesor de la ULL, Carlos Fernández; la consejera de Turismo del Cabildo de La Palma en 2018, Alicia Vanoostende; la técnica de Turismo de este Cabildo Ana Castañeda; y el entonces director de la Reserva Mundial de la Biosfera de La Palma, Antonio San Blas. © Cabildo de La Palma



# La “meca” de la Astrofotografía

Para el astrofotógrafo profesional **Daniel López Prieto**, colaborador habitual del IAC y de los Observatorios de Canarias, la isla de La Palma es como la “meca” de la astrofotografía. Y lo afirma con propiedad: es autor de numerosas bellas imágenes astronómicas internacionalmente reconocidas y del time-lapse “El cielo de Canarias”, con más de dos millones de visualizaciones.

Antes de viajar por primera vez a sus cumbres, donde está situado el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), solo oía bondades de sus cielos: que si allí el cielo es tan oscuro que puedes ver tu propia sombra producida por Venus, que es tan contrastado que la luz zodiacal puede verse a simple vista mejor que en ninguna parte, que sus cielos son tan limpios que es relativamente fácil ver un rayo verde en la puesta de Sol. Esos y muchos más comentarios circulan entre aficionados a la astrofotografía.

Lo cierto es que la primera vez que fui y lo vi por mí mismo, esos comentarios se quedaron cortos. En una noche sin Luna, el cielo se une a la bóveda de estrellas y, a simple vista, se distinguen tantas de ellas que se hace complicado diferenciar las constelaciones. Me resultaba difícil distinguir cosas cerca de mí y del suelo, aun acostumbrando mis ojos a la oscuridad. Esa fue mi primera impresión. Cuando apunté por primera vez la cámara al cielo, las imágenes salían más contrastadas y coloridas que en ningún otro sitio que haya estado. Captaba fenómenos que jamás había captado con tanta nitidez: la Vía Láctea, luz zodiacal, airglows o la luz antisolar (Gegenschein), prácticamente podía verlos a simple vista.

A nivel profesional, es un placer trabajar en ese entorno. Mi experiencia procesando imágenes de los telescopios del ORM ha sido igualmente satisfactoria. Con el Gran Telescopio Canarias (GTC) o con el telescopio Isaac Newton (INT) he procesado o capturado imágenes que han sido muy reconocidas, llegando a ser APOD (Astronomy Picture of the Day) de la NASA, publicándose en revistas como *National Geographic* o saliendo en la nueva serie COSMOS, de Neil Degrasse Tyson.

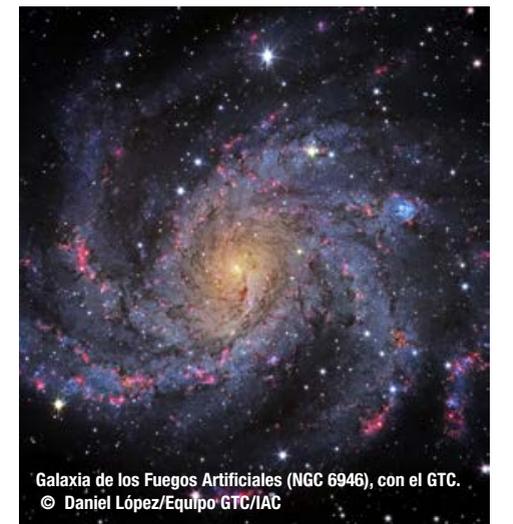
DANIEL LÓPEZ PRIETO  
Astrofotógrafo, [www.elcielodecanarias.com](http://www.elcielodecanarias.com)  
Redes: [elcielodecanarias](https://www.instagram.com/elcielodecanarias)



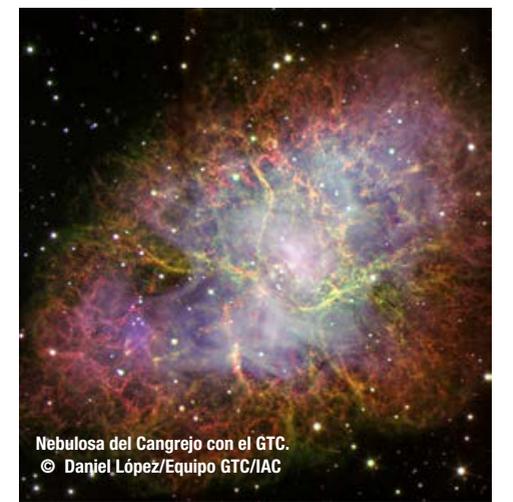
Airglow sobre el perfil del Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma. © Daniel López/IAC



Nebulosa del Velo (remanente de supernova), con el INT, del ING. © Daniel López/IAC



Galaxia de los Fuegos Artificiales (NGC 6946), con el GTC. © Daniel López/Equipo GTC/IAC



Nebulosa del Cangrejo con el GTC. © Daniel López/Equipo GTC/IAC

# CENTRO DE VISITANTES del Roque de los Muchachos



El Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos (CVRM), inaugurado el 19 de diciembre de 2021, es un centro turístico especializado en la divulgación científica de los telescopios del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM). Está situado próximo a este centro, en un entorno paisajístico único del municipio de palmero de Garafía. Su objetivo principal es acercar y dar a conocer la importancia de la astronomía en La Palma, promocionando así el patrimonio natural y cultural del punto más alto de la Isla.

Este proyecto es fruto del esfuerzo conjunto y la colaboración, mediante un convenio de gestión de este espacio, entre el Cabildo de La Palma, el Ayuntamiento de la Villa de Garafía y el IAC, que junto a instituciones usuarias del Observatorio ha intervenido desde sus orígenes en el diseño, implementación y actualización de su contenido astronómico.

Durante sus primeros meses de prueba, esta infraestructura, que ha contado con una inversión de unos 6 millones de euros, procedentes del FDCAN, entre la obra y la tematización, fue visitada por la población de la Isla y por turistas de forma gratuita con el objetivo de que pudieran disfrutar y conocer más acerca del funcionamiento de este espacio especializado en la divulgación científica del ORM. El centro ha sido, además, una pieza clave turística para la recuperación de La Palma tras la erupción del volcán.

El Centro de Visitantes está dividido en varias salas:

Sala de Bienvenida: en la que se halla la recepción, el auditorio, la tienda y la gran mesa interactiva con «menús táctiles» para conocer los telescopios del ORM.

Sala 1 “Canarias, una ventana al Universo”: donde se descubren los motivos por los que el Archipiélago Canario ha sido escogido estratégicamente para albergar los telescopios más importantes del mundo.

Sala 2 “Explorando el Universo”: en este punto se adentra en la profundidad del Cosmos, explorando así cada rincón de la ciencia y de nuestro universo.

Sala 3 “De vuelta a la Tierra”: en esta sala se regresa al municipio de la Villa de Garafía, municipio palmero que acoge el Centro de Visitantes, para conocer sus tradiciones, su forma de vida y su patrimonio natural y cultural.

Horarios, tarifas y más información en: <https://lapalmacentrosturisticos.com>



Arriba, edificio del Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos. En el medio, algunos módulos del interior. Abajo, representantes del Gobierno de España y Canarias, Cabildo de La Palma, Ayuntamiento de Garafía e IAC en la inauguración del Centro. © Cabildo de La Palma



Una de las salas del Centro de Visitantes. © Cabildo de La Palma



Visita del presidente del Cabildo, Sergio Rodríguez, la consejera de Turismo, Raquel Rebollo, y el consejero de Cultura, Pablo Díaz Cobiella.



Visita de la Agrupación “Caminantes El Atajo”. © Cabildo de La Palma



Mascota y guía virtual del Centro de Visitantes.



# MUSEO de la Historia de la Astronomía en La Palma



La calidad excepcional de los cielos de La Palma para la observación del Universo ha ligado la historia de la Isla a la Astronomía, desde sus primeros pobladores hasta la actualidad. El Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) es uno de los mejores observatorios astronómicos del mundo y en él se realizan a diario importantes descubrimientos científicos. En la actualidad, es también uno de los lugares emblemáticos de La Palma que más visitas recibe, unas 100.000 al año.

El Cabildo de La Palma, el Ayuntamiento de la Villa de Garafía y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) comparten la visión de aprovechar este recurso como motor de desarrollo socioeconómico y cultural de la Isla y, por ello, han colaborado desde hace años en el proyecto del Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos (CVRM), emplazado en las proximidades del ORM e inaugurado en diciembre de 2021.

Si bien el CVRM está dedicado a la divulgación de la Astronomía y de las instalaciones científicas presentes en el ORM, así como a la divulgación del patrimonio natural y cultural de la región, aún faltaba una pieza fundamental: recuperar y difundir el patrimonio histórico, humano y material que ha llevado al ORM y a La Palma a ser referentes en el campo de la Astronomía y la Astrofísica.

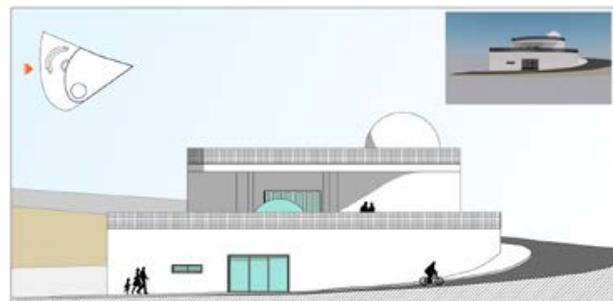
Con el objetivo de poner en valor, conservar y divulgar el legado histórico de La Palma relacionado con la Astronomía, las tres instituciones se han unido en un nuevo proyecto, el Museo de la Historia de la Astronomía en La Palma.

Este futuro museo pretende mostrar el patrimonio astronómico de la Isla desde una perspectiva histórica y con un enfoque centrado en las personas, mostrando la trascendencia de esta ciencia para la Isla y sus habitantes, así como para el desarrollo científico-tecnológico internacional.

Parte de la historia del ORM se encuentra dispersa en algunos libros, documentos y sitios web, pero gran parte se halla solo en la memoria de aquellas personas que han contribuido al nacimiento y desarrollo del Observatorio, o en la de sus seres cercanos. Por ello, es crucial conservar estos relatos.

Otro riesgo al que nos enfrentamos es la pérdida del patrimonio material: algunos de los primeros telescopios que se instalaron en el ORM, ya en desuso, están siendo o van a ser desmantelados próximamente. Por ello, es esencial documentar y, siempre que sea posible, recuperar con fines divulgativos y de conservación este instrumental histórico del Observatorio.

Para albergar dicho museo, el Cabildo insular adquirió en 2018 un edificio situado en el casco de Santo Domingo de Garafía, en el municipio donde se ubica el ORM. Se espera que tanto el CVRM como el futuro Museo de la Historia de la Astronomía en La Palma se conviertan en piezas clave para revitalizar la Isla tras la erupción del volcán de Cumbre Vieja (Tajogaite), promocionándola y posicionándola como destino especializado en Astroturismo, en el que se combinan la ciencia y su divulgación.



Arriba, edificio situado en el casco de Santo Domingo de Garafía adquirido para el Museo. Abajo, diseños del proyecto final de CBA Arquitectura y Urbanismo.

# Telescopio Círculo Meridiano CARLSBERG

Este telescopio, también conocido por las siglas CAMC (de *Carlsberg Automatic Meridian Circle*), es un antiguo círculo meridiano construido en 1950, que fue completamente reformado y automatizado en los años 70 por el Observatorio de la Universidad de Copenhague (UCO) e instalado en el ORM en 1983. Operado desde entonces conjuntamente por esta universidad danesa, el Royal Greenwich Observatory RGO (tras su cierre, por el Instituto de Astronomía de Cambridge, Reino Unido) y el Real Instituto y Observatorio de la Armada de San Fernando (Cádiz), en 1999 fue cedido por el UCO al IAC, que lo mantuvo en funcionamiento hasta el 1 de septiembre de 2013. Ahora será una de las atracciones del Museo de la Astronomía de Garafía que, con ayuda de profesores de secundaria previamente entrenados, contribuirá a fomentar el interés científico entre los jóvenes de la isla de La Palma.

La principal tarea de este telescopio consistía en observar astros a su paso por el meridiano del lugar de observación. El instrumento observaba robóticamente sin necesidad de personal. Solamente era necesario un mantenimiento remoto diario y autorización para observar. Con él se publicó una serie de 11 catálogos, llamados "Carlsberg Meridian Catalogue, La Palma", con más de 180.000 posiciones y magnitudes de estrellas con declinaciones comprendidas entre  $-40^\circ$  y  $90^\circ$  y más de 25.000 posiciones y magnitudes de planetas, satélites y asteroides.

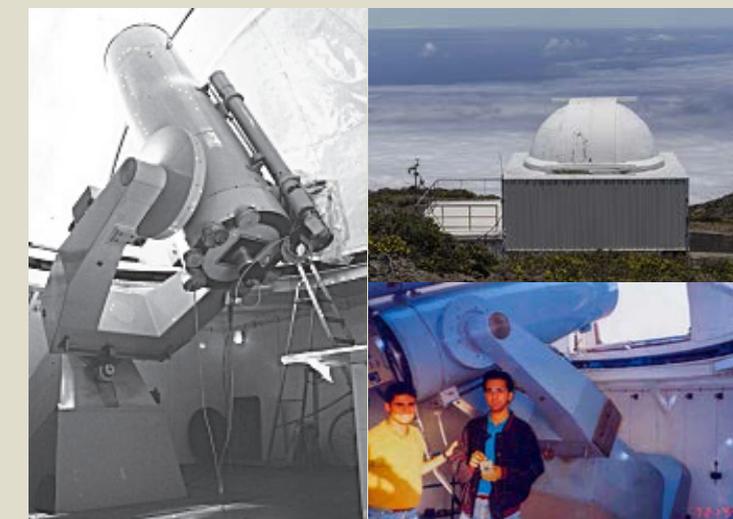


# KVA, Telescopio Estelar Sueco

El Telescopio Estelar Sueco KVA, de 60 cm de diámetro, instalado en el ORM desde 1981 y propiedad de la Real Academia Sueca de Ciencias (en sueco *Kungliga VetenskapsAcademien*, de ahí las siglas KVA), será cedido al Ayuntamiento de Garafía para su Museo de la Astronomía. Recientemente se ha desmantelado y trasladado a un almacén hasta su definitiva ubicación en el Museo.

El KVA ha sido un telescopio robótico utilizado principalmente para observaciones remotas desde Suecia y operado en los últimos años por el Observatorio de Tuorla, de la Universidad de Turku (Finlandia).

Ahora, este reflector estelar podrá ser utilizado por astrónomos aficionados de La Palma, como también lo hicieron en el pasado (ver en la foto los astrónomos aficionados Antonio González y José Antonio Fernández Arozena junto al telescopio KVA).



# Visitar el ORM

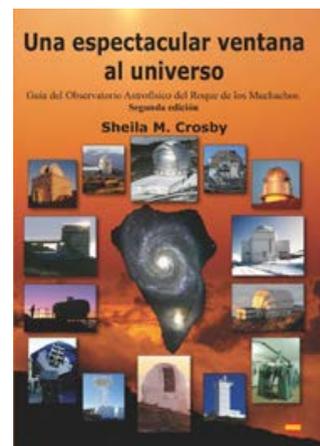


El Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), ubicado en la cumbre de la isla de La Palma, abre sus puertas al público para ofrecer una experiencia única: conocer de primera mano el trabajo tanto científico como tecnológico que se desarrolla en este enclave que forma parte del mapa de las más importantes infraestructuras astrofísicas del mundo.

El programa de visitas no supone actividad o beneficio económico alguno para el Observatorio ni para las múltiples organizaciones, tanto nacionales como internacionales, con telescopios en el ORM. El ORM acoge visitantes como parte de su acción de Responsabilidad Social Corporativa que refleja su compromiso con la sociedad.

El IAC facilita visitas guiadas a los distintos públicos, siempre que no se interfiera en la operativa científica y técnica y que el tiempo lo permita, a particulares, centros sociales y educativos o medios de comunicación.

El público en general puede acceder a una visita guiada por expertos acreditados por la Fundación Starlight en colaboración con el IAC. Para ello, es necesario reservar plaza a través de la web (<https://fundacionstarlight.org/>)



## GUÍA SOBRE EL ORM



Sheila M. Crosby

*Una espectacular ventana al universo* (con versión también en inglés) es un libro escrito por **Sheila M. Crosby**, una de las “guías Starlight” que más sabe del ORM por haber acompañado a las visitas durante muchos años. Su guía está dirigida al público en general, con más de 120 fotografías y diagramas y un glosario de términos científicos y técnicos.

La Fundación Starlight, con la colaboración del IAC, capacita a estos profesionales con el objetivo de ofrecer a los visitantes una información de calidad, amena e instructiva, sobre las instalaciones, su historia, utilidad y productividad científica. Los guías disponen también de un conocimiento adecuado sobre las medidas de seguridad a respetar en las instalaciones, por lo que es obligatorio seguir sus recomendaciones. Actualmente llevan estas visitas: **Elena Nordio y Kike Navarro** (AdAstra La Palma), **Miguel Ángel Pérez Calero** (Astronorte), **Ana García y Candy Bethencourt** (AstroLaPalma/LaPalmaStars) y **Raquel Rodríguez** (AsterArk).

Debido a las condiciones de trabajo en el interior de los telescopios, las visitas se organizan en grupos reducidos y en horario diurno. La duración estimada es de 1 hora y 30 minutos y el punto de encuentro con la persona guía es el Centro de Visitantes que ofrece un conocimiento general sobre el Observatorio y algunas nociones básicas sobre Astrofísica.

Por su parte, los grupos de estudiantes y colectivos sociales pueden solicitar visitas totalmente gratuitas y personalizadas, adaptando la experiencia a sus necesidades e intereses. Al igual que los medios de comunicación que quieran realizar labores informativas sobre el ORM. En estos casos, la información y formularios de inscripción son accesibles desde la web del IAC en su sección de Observatorios de Canarias.

## JORNADAS DE PUERTAS ABIERTAS

Las primeras jornadas de Puertas Abiertas en el ORM tuvieron lugar en 1987. Posteriormente se han organizado otras, anunciadas puntualmente, a veces, con motivos de las Semanas de la Ciencia y la Tecnología u otras celebraciones científicas. Además, desde el año 1987, se realizan anualmente Jornadas de Puertas abiertas en colaboración con el municipio de Garafía destinadas especialmente a sus habitantes.

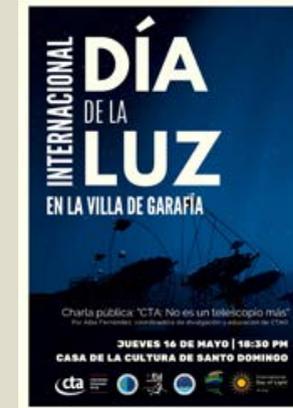
## ATENCIÓN DE VISITAS Y EVENTOS



Conny Spelbrink, junto al LST-1

Entre 1986 y 1998, **Conny Spelbrink Petrejus** trabajó en el ORM como guía/intérprete de los telescopios. “Atendía -recuerda- a grupos de visitantes y estudiantes de diferentes países y de las Islas, mayormente en el WHT y el INT, pero también en otros telescopios. Según el Observatorio iba creciendo, participé en las inauguraciones de nuevas instalaciones. En esos años, acompañé como intérprete a un par de personas importantes que visitaron el ORM: al ex canciller de Alemania **Helmut Schmidt** y al príncipe heredero holandés **Willem Alexander** (ahora, rey de Holanda), durante la ceremonia de la primera luz del DOT”. Al formar su propia empresa, Active Connect SL, Conny Spelbrink ha estado vinculada de nuevo con el Observatorio en la logística y organización de la inauguración de Mercator y de MAGIC I en 2003; de Magic II en 2009; del proyecto RIFI en 2010; del LST en 2018; y de “20 Años MAGIC en La Palma” en 2023. Además, se ha encargado de los programas sociales y excursiones de varias reuniones científicas, entre ellas algunas ediciones de la Winter School of Astrophysics del IAC. “Siempre ha sido -comenta- un gran placer trabajar con el ORM y espero poder seguir ofreciendo mis servicios para actos especiales en el futuro”.

# Especial para GARAFÍA



Carteles anunciando algunas de las jornadas de Puertas Abiertas, como la primera en 1992, para los vecinos de la Villa de Garafía, y de una charla con motivo del Día Internacional de la Luz impartida por Alba Fernández, coordinadora de divulgación y educación de CTAO. Abajo, visitas al TNG y a la derecha, al GTC (arriba) y una de las comidas colectivas. © (IAC)



## COLABORACIÓN CON RADIO LUZ GARAFÍA

**Iván Jiménez Montalvo**, periodista de la UC3 del IAC, estuvo colaborando con **Rosa Cantón**, Radio Luz Garafía, realizando y locutando los siguientes programas: “Especial CTA”, “Especial Mujer”, “Proyectos educativos”, y “Entrevista a Alfred Rosenberg”.



## JORNADA DE PUERTAS ABIERTAS

Desde 1992, se celebra la tradicional Jornada de Puertas Abiertas del ORM para los habitantes de Garafía. El IAC y las instituciones científicas de este observatorio, en colaboración con el Ayuntamiento de la Villa de Garafía y su área de Cultura, organizan este encuentro comunitario.

Dirigida a la población del municipio de Garafía, el objetivo de esta jornada es, por un lado, dar a conocer la actividad científica que realizan los telescopios y, por otro, favorecer el contacto directo entre la población garafiana y el personal científico, técnico y laboral que desarrolla su trabajo en el Observatorio.

La actividad coincide todos los años con las fiestas patronales de este municipio en honor a la Virgen de La Luz. Organizados en grupos y con guías “starlight”, los residentes en la localidad garafiana visitan el Gran Telescopio Canarias (GTC o Grantecan), los telescopios MAGIC y CTA/LST (Cherenkov Telescope Array), el Telescopio William Herschel (WHT), del Grupo de Telescopios Isaac Newton y el Telescopio Nazionale Galileo (TNG).

En todos los casos también participa el personal propio de estos telescopios con explicaciones científicas. Además, se accede al Centro de Visitantes. Posteriormente, en las inmediaciones de la Residencia del Observatorio, se suele celebrar una comida colectiva en la que participan tanto los visitantes como el personal de los telescopios y de la organización.

## SEMANA ASTRONÓMICA

En 2019, coincidiendo con las fiestas patronales del municipio de la Villa de Garafía en La Palma, el IAC y las instituciones usuarias presentes en el ORM, en colaboración con el área de Cultura del Ayuntamiento, organizaron varias actividades para dar a conocer la ciencia que realizan los telescopios a los habitantes de esta población: una charla divulgativa con el título “Hielo, Desierto y Montaña: puertas al Universo más exótico”, de **Paolo G. Calisse**, administrador de la sede CTA-Norte; la exposición “100 Lunas cuadradas”, presentada por el administrador del ORM, **Juan Carlos Pérez Arcencibia**, y las XXXVII Jornadas de Puertas Abiertas en el ORM para los vecinos de Garafía.

# EL ROQUE Y LA PALMA EN LOS MEDIOS



Desde su inauguración, la existencia del Observatorio del Roque de los Muchachos contribuye a la promoción de La Palma. El renombre internacional de la Isla va unido a descubrimientos científicos de primera magnitud que dan la vuelta al mundo, con repercusión en medios de comunicación locales, nacionales e internacionales. El personal del IAC y de los Observatorios de Canarias han colaborado en numerosos documentales de la BBC, de Informe Semanal de RTVE, entre otros programas.



Fotograma de la serie "Cosmic Hunters", de la BBC, sobre GOTO



Fotograma del documental de Informe Semanal, de RTVE, "Espías del Universo".



## Periodistas científicos



Con motivo de la primera luz del telescopio WHT (1987) y de la inauguración del NOT (1989), se reunieron en La Palma los mejores periodistas científicos españoles del momento, quienes pudieron conocer las instalaciones del ORM (fotos de la izquierda). Desde entonces, los medios siempre han estado invitados a cubrir los eventos que han tenido lugar en La Palma vinculados con el IAC, como en el foro "100x Ciencia" (foto superior), que incluyó periodistas extranjeros.



# Corresponsales extranjeros en el ORM



Corresponsales de prensa europea destacados en Madrid y Barcelona visitaron el 28 de marzo de 2015 el Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, con motivo de una estancia en la Isla organizada por la Escuela Oficial de Industria y el Cabildo Insular de La Palma, y con la colaboración, como en otras actividades en La Palma, de **Manuel Concepción**. Los periodistas, pertenecientes a medios de comunicación de Alemania, Bélgica, Dinamarca, Francia, Italia y Países Bajos, visitaron las instalaciones de los telescopios MAGIC, Telescopio Nazionale Galileo (TNG), Mercator y Gran Telescopio Canarias (GTC).

El grupo lo componían periodistas del *Süddeutsche Zeitung* (Thomas Urban), *Die Welt* (Ute Petra Müller), *Le Monde* (Sandrine Morel), *La Repubblica* (Alessandro Oppes), Agencia Nacional Italiana de Prensa-ANSA (Mónica Uriel Gómez), *De Tijd* (Alex Rietman) y *Børsen* (Jens Ulrich Pedersen). Todos ellos publicaron reportajes en sus medios posteriormente. Acompañaron al grupo por parte del IAC **Carlos Martínez**, **Juan Carlos Pérez Arencibia** y **Carmen del Puerto**. Fueron atendidos en MAGIC por el físico experimental del IFAE (Instituto de Física de Altas Energías) **Martin Will**; en el TNG, por su director, **Emilio Molinari**; en Mercator, por el astrofísico de la Universidad de Lovaina **Hans Van Winckel**; y en el GTC, por el astrónomo de este telescopio **Carlos Álvarez**. El grupo también estuvo acompañado por la guía *starlight* **Sheila Crosby**.

Los corresponsales tuvieron ocasión de comprobar la excelente calidad del cielo de La Palma y hacer una observación astronómica de la Luna, Júpiter, constelaciones y otros objetos celestes con los telescopios del monitor de Astronomía **Antonio González**, de *Cielos-La Palma*.

# Los medios palmeros

La labor informativa del IAC necesariamente ha contado con la colaboración de los medios presentes en La Palma, tanto los audiovisuales - **Canal11, La Palma Televisión, RTVE, TVEC, Mirame La Palma, RNE, COPE, Cadena SER, Onda Cero La Palma, Antena 3 La Palma, 7.7 Radio y Radio ECCA...** - como su prensa escrita -**El Time, El Apurón, La Voz de La Palma, Diario es (La Palma ahora), Diario Palmero, Diario de Avisos, El Día, Canarias 7 y agencia EFE**- . El IAC agradece el tratamiento dado por estos medios a los temas relacionados con el centro y el ORM. Especialmente quiere reconocer la labor de profesionales como **Juan Carlos Álvarez Martín, Eduardo Cabrera, Magaly de Cáceres, Miguel Calero, Jesús Camacho, Michael Chacón, Ángeles Díaz, Raúl Galera, Amado González, Martín Macho, Digna Martín, Pedro Montesino, Anais Ojeda, Eugenia Paiz, Ramón Pérez, Luismi Ramón, Esther Rodríguez Medina, Jorge Sanz, Antonio Tabares, Mayer Trujillo...**

# Periodistas del IAC

Vinculados al proyecto CTA (*Cherenkov Telescope Array*) del IAC, este centro ha contado con dos periodistas especializados destinados en La Palma: **Iván Jiménez Montalvo**, de 2018 a 2021, y **Nira Dácil Llarena Alberto**, de 2021 a 2023. Por su parte, el joven palmero **Aarón García Botín** obtuvo un contrato de periodista en formación por dos años (2020-2021) en la sede central del IAC en La Laguna (Tenerife).



**Begoña López Betancor**, del Gabinete de Dirección del IAC de 1993 a 2001, realizó un trabajo titulado "El Observatorio del Roque de los Muchachos como posible factor dinamizador de la economía de Garafía", en el marco del curso de doctorado sobre "Desarrollo Territorial" para el Departamento de Geografía de la ULL. **José Manuel Abad Liñán**, en 2000, y **Natalia Ruiz Zelmanovitch**, de 2001 a 2008, trabajaron en el IAC contratados para la comunicación y la divulgación del Gran Telescopio Canarias (GTC). En 2002 nació el boletín "GTCdigital", proporcionando información viva y actualizada sobre el progreso y novedades de este telescopio durante su construcción.



Todos los periodistas y Divulgadores que han trabajado en el IAC, primero para su Gabinete de Dirección y, posteriormente, para su Unidad de Comunicación y Cultura Científica, siempre se

han esforzado por que la sociedad palmera estuviera bien informada de lo que acontecía en su isla y que, a su vez, todo ello fuera reconocido a nivel mundial.



El IAC editó desde 2005 varios números del boletín digital "Astrofísica en La Palma", con información relacionada con el ORM y el CALP.

# La Agrupación Astronómica Isla de La Palma (AAP)



Junio de 1985, se inaugura el Observatorio Roque de los Muchachos y el término “astrofísica” comienza a ser una palabra que está en boca de los habitantes de La Palma. Y, durante esas fechas, además, ya todo el planeta se preparaba para el acercamiento del esperado cometa Halley. Dos grandes acontecimientos que despertaron la inquietud de muchos en la Isla, especialmente de **Benito Rodríguez**. La afición de este palmero le hizo disponer de un pequeño telescopio refractor con el que hizo observaciones del Halley junto a sus propios vecinos. “Hasta 30 personas reuní en mi azotea durante el máximo acercamiento de este cometa en abril de 1986”, comenta este astrónomo aficionado.

Esos días, la Isla entera también se implicó con un apagón generalizado de 3 horas, idea promovida y coordinada por **María Victoria Hernández**, bajo el lema “Fiesta del Halley. Apaga la luz y enciende el Cielo”, que contó con la colaboración del Patronato de Turismo del Cabildo de La Palma, de la Delegación del Gobierno, de los 14 municipios palmeros y del propio IAC. Fue un evento que tuvo una repercusión mediática nacional e internacional, como se reflejó en los medios de comunicación de la época.

Todos estos acontecimientos hicieron reflexionar a Benito Rodríguez, quien no se explicaba por qué no había en la isla de La Palma un grupo de aficionados. Ya se conocía la presencia de numerosas agrupaciones astronómicas por todo el territorio nacional. Pero, en La Palma, con un observatorio astrofísico, y después de todas las inquietudes que estaba generando el Halley, no había ninguna y eso no podía ser. Las circunstancias hicieron que el palmero conociera a **José Vicente Reyes Pérez** y **Jesús Rodríguez Ulloa**, ambos trabajadores del Isaac Newton Group y este último, además, miembro de la Agrupación Astronómica de Madrid. Y todos coincidieron en la necesidad de crear una agrupación

de astrónomos aficionados. Comenzó así a crecer el grupo de personas interesadas y que formarían parte, junto a Benito Rodríguez y Jesús Rodríguez Ulloa, de la fundación de la agrupación, como fueron **Carlos Martín**, **María José** y **Fernando Cabrera**. Desde un principio se contó con la implicación del Cabildo Insular de La Palma, que llegó a ser nombrado como Socio Protector.

A principios del año 1987 comenzó la elaboración y registro de sus primeros estatutos, con el nombre original de “Agrupación Astronómica Boreal Isla de La Palma”, convirtiéndose así en la decana de Canarias.

El papel primordial de toda agrupación de aficionados es el de adquirir conocimientos sobre astronomía y divulgarlos, pero en este caso uno de sus artículos recogía: “Se relacionará con observatorios, comisiones y entidades culturales y científicas, de forma especial con el Complejo Astrofísico del Roque de los Muchachos”.

A lo largo de su historia destacan los cientos de horas que ha dedicado la asociación a la divulgación de la astronomía, con actividades de diversa índole (charlas, cursos, talleres, observaciones, etc.) y colaborando en las Jornadas de Puertas Abiertas que, desde sus comienzos, el Observatorio del Roque de los Muchachos realizaba dos o tres veces en verano. Algunos años se atendió a más de 2.500 personas al día.

La Agrupación palmera ha participado en encuentros regionales, nacionales e internacionales. Destaca la propia organización en 1992, en La Palma, de las X Jornadas Nacionales de Astronomía.

La AAP ha colaborado asimismo con numerosas instituciones científicas internacionales, como la Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA) o la American Association of Variable Star Observers (AAVSO). En abril de



Algunos miembros de la Agrupación Astronómica Isla de La Palma en 1987. Sentados de izquierda a derecha, Fernando Cabrera Guerra, Jesús Rodríguez Ulloa y Juan Delgado Pérez. De pie, Benito Manuel Rodríguez García, María José, José Vicente Reyes Pérez y Carlos Martín Pérez.



Algunos miembros de la AAP actual. © AAP

2007 participó con varias presentaciones y actividades para escolares en la Primera Conferencia Internacional Starlight celebrada en La Palma.

2009, Año Internacional de la Astronomía, fue un año también importante para la Agrupación: junto al Cabildo, desarrolló infinidad de actividades divulgativas por toda la Isla y representó a Canarias en la mesa nacional (sub-nodo) que se creó a tal efecto.

En noviembre de 2013, y siendo presidente de la misma **Antonio González**, se le concedió a la AAP el premio de “Distinguida de la Isla”, de la Fundación Canaria para el Desarrollo y a la Cultura Ambiental de La Palma (FUNDESCULP), “por la difusión de la astronomía y el conocimiento de las estrellas como un recurso innovador para el desarrollo insular”. Tuvieron un papel destacado en esta época **Carmelo González**, **Manuel Guillén**, **José Antonio Fernández** y **Leopoldo Martín**.

Los miembros de la agrupación astronómica palmera fueron pioneros en desarrollar, en el año 1998, una actividad de observación para visitantes, lo que actualmente se conoce como astroturismo, gracias a una financiación de la iniciativa comunitaria Leader II y a ADER La Palma, y denominada Caminos del Cielo–SkyWays. “Realizábamos las observaciones de manera visual, sin los láseres que conocemos en la actualidad, y con prismáticos sobre trípodes. En aquella época eran muy pocos los que disponían de telescopios. A veces, los participantes nos donaban 500 pesetas por la actividad”, recuerda Antonio González.

## REACTIVACIÓN DE LA AGRUPACIÓN

Tras un prolongado período de inactividad la AAP se reactiva, constituyendo un hito de importancia en el ámbito astronómico de la isla de La Palma.

La iniciativa tuvo lugar en 2020, cuando un grupo de aficionados entusiastas contactó con exmiembros de la agrupación con el fin de reactivarla. Esta determinación coincidió con la observación de la conjunción planetaria de Júpiter y Saturno en diciembre de 2020. Durante este encuentro, se debatió la formulación de nuevos estatutos y se formalizó la reactivación de la agrupación, culminando los aspectos formales, de aprobación y registro, el 12 de abril de 2021.

La nueva Junta Directiva, presidida por **Leopoldo Martín** e integrada por especialistas en astronomía, se ha propuesto facilitar la observación del cielo nocturno mediante la mejora de la instrumentación y la creación de un entorno propicio para el disfrute de la observación astronómica. Centrados en la organización de actividades propias, basadas en la observación del cielo nocturno, sesiones de astrofotografía y el seguimiento de eventos astronómicos. Y se enfoca principalmente en brindar apoyo a sus miembros en su práctica observacional y en el intercambio de conocimientos, para promover la investigación astronómica en la región.

Para aquellos interesados en unirse a la Agrupación Astronómica Palmera, se les invita a contactar a través de su página de Facebook o por correo electrónico a [agrup.astronomicalapalma@gmail.com](mailto:agrup.astronomicalapalma@gmail.com)

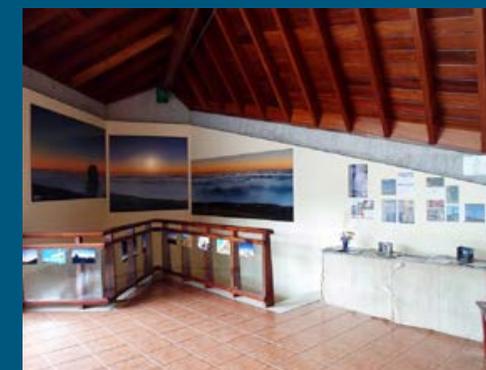
(Información elaborada gracias a Antonio González, miembro de la AAP desde mayo de 1988 hasta 2010, período en el que ocupó cargos de vocal de actividades, de vicepresidente y de presidente durante más de 10 años).

## Oficinas de turismo en Garafía

Las oficinas de turismo ubicadas en Llano Negro y Las Tricias (Garafía) se han incorporado al grupo de empresas tematizadas en astroturismo *Stars Island La Palma*. Desde el Cabildo de La Palma, el Ayuntamiento de Garafía, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y el Centro de Iniciativas Turísticas TEDOTE –responsable de la gestión de ambas oficinas- se considera que esta iniciativa es una «apuesta segura y necesaria» para estos espacios públicos que se encuentran en la misma localidad donde se ubica el Observatorio del Roque de los Muchachos.

En el caso de Las Tricias, se ha creado un rincón destinado a la divulgación de la actividad científica por parte del IAC gracias al material divulgativo que ha cedido dicha institución. Además, en ese espacio se expone información de interés turístico sobre actividades de astroturismo en la Isla y están puestos a la venta libros relacionados con esta temática.

En cuanto a la oficina de Llano Negro, y dada su proximidad al acceso al Observatorio del Roque de los Muchachos, la tematización se inició con un proyecto de colaboración con el IAC y el Grantecan que le permite acoger una exposición fotográfica permanente con imágenes de gran formato. Además se expone material para la divulgación científica de todas las instituciones presentes en el ORM. También hay un espacio reservado para la información sobre actividades de astroturismo en La Palma. Y al igual que en la oficina de Las Tricias, están puestos a la venta libros y calendarios relacionados con la astronomía.



Oficina de turismo de Llano Negro, en Garafía © Cabildo de La Palma

## VISITANTES DE ALTURA

# El Rey, en el ORM

Su Majestad el Rey, Felipe VI, “Astrofísico de Honor” del IAC, ha visitado este centro de investigación y sus observatorios en diferentes ocasiones, empezando por las inauguraciones de 1985, cuando aún era Príncipe de Asturias. En 2000, puso la primera piedra del Gran Telescopio Canarias (GTC), en 2007 asistió a la primera luz de este telescopio y en junio de 2015 presidió los actos celebrados con motivo del 30 Aniversario de las inauguraciones solemnes de los Observatorios.

## OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA

En el Observatorio del Roque de los Muchachos participó en una jornada de observación astronómica con el GTC. El programa científico incluía observaciones, entre otras, de galaxias interactivas, de un cúmulo de galaxias detectado por el satélite Planck, del núcleo del cometa Lovejoy y de nebulosas planetarias, así como observaciones espectroscópicas del sistema binario V404 de la constelación del Cisne, cuyo agujero negro había entrado en erupción después de más de 25 años de inactividad el 15 de junio de 2015. Su brillo había aumentado un millón de veces en unos pocos días, convirtiéndose en la fuente más brillante del cielo en rayos X. El GTC comenzó a realizar observaciones espectroscópicas dos días después, el 17 de junio, mediante la activación de un programa de oportunidad, específicamente diseñado para este tipo de eventos por investigadores del IAC. Las observaciones revelaron la presencia de un viento de material neutro que se forma en las capas externas del disco de acreción, regulando el proceso de cómo el material es tragado por el agujero negro. Este viento, detectado por primera vez en un sistema de este tipo, se mueve a gran velocidad (3.000 km/s) para poder así escapar del campo gravitatorio del agujero negro. Su presencia permite explicar por qué la erupción a pesar de ser luminosa y muy violenta fue además muy breve (tan solo dos semanas). Al final de esta erupción, las observaciones del GTC también revelaron la presencia de una nebulosidad formada por material eyectado por el viento. Este fenómeno, por primera vez observado en un agujero negro, permite además estimar la cantidad de masa expulsada al medio interestelar.

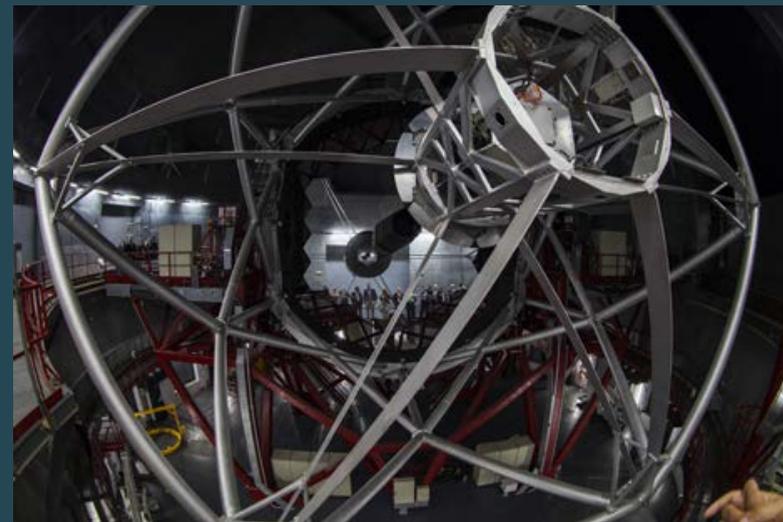
Estos resultados fueron publicados en la revista científica *Nature*. Y en los agradecimientos del artículo se hizo constar que nueve de las series de datos tomadas durante la noche del 27 de junio de 2015, fueron adquiridas con el GTC en presencia de S.M. el Rey Felipe VI, quien pudo observar de primera mano la excepcional fenomenología mostrada por este agujero negro.

(Referencia: Teo Muñoz-Darías et al. (2016). “Regulation of black-hole accretion by a disk wind during a violent outburst of V404 Cygni”. *Nature*, 534, 75-78.

A la mañana siguiente, el Rey, en un acto fuera de programa, visitó las instalaciones de MAGIC, donde recibió explicaciones sobre la astronomía de radiación gamma que se realiza con estos telescopios. También fue informado de la posible ubicación de la red CTA (Cherenkov Telescope Array) del hemisferio norte en el ORM. Se interesó por los detalles del gran telescopio de 23 metros de esta red –el LST-1-, cuya primera piedra se colocaría posteriormente en el Roque, y sobre el congreso “100xCiencia”, que reuniría a todos los Centros de Excelencia Severo Ochoa y medios de comunicación en la isla de La Palma en octubre de ese año.



S.M. el Rey, durante la colocación de la primera piedra del GTC (arriba); firmando en dos ocasiones en el Libro de Honor (en medio); y con el director del IAC, Rafael Rebolo, junto a MAGIC. En la siguiente página, durante su visita al ORM, junto con otras autoridades, y atendiendo a las explicaciones de los astrofísicos en la sala de control del GTC. © Antonio González e IAC



# PREMIOS NOBEL DE FÍSICA

En 1985, cinco galardonados con el Premio Nobel de Física estuvieron en La Palma invitados con motivo de las solemnes inauguraciones del IAC y los Observatorios de Canarias.



Hannes Alfvén, saludado por el rey Juan Carlos, al lado de Steven Weinberg. © IAC

## Hannes Alfvén

Hannes Olof Gösta Alfvén (1908-1995) recibió en 1970 el Premio Nobel de Física “por sus fundamentales trabajos y descubrimientos en el campo de la magnetohidrodinámica, que dieron como resultado una fructífera aplicación a diferentes partes de la física del plasma”. Este astrofísico sueco fue uno de los cinco premios nobel que asistieron a las inauguraciones de los Observatorios de Canarias en 1985 y que se destacan en esta página. Compartió el premio con **Louis Eugène Félix Néel**.



Subrahmanyan Chandrasekhar. © IAC

## Subrahmanyan Chandrasekhar

El astrofísico indio Subrahmanyan Chandrasekhar (1910-1995) recibió en 1983 el Premio Nobel de Física “por sus estudios teóricos sobre los procesos químicos importantes para la estructura y evolución de las estrellas”. Compartió el premio con **William Alfred Fowler**.

## Antony Hewish

El astrofísico británico Antony Hewish (1924-2021) recibió en 1974 el Premio Nobel de Física, junto con **Martin Ryle**, “por sus investigaciones pioneras en la astrofísica de radio: Ryle por sus observaciones e invenciones, en particular por la técnica de síntesis de apertura, y Hewish por su papel decisivo en el descubrimiento de los púlsares”. También fue uno de los profesores invitados en la Escuela de Astrofísica «Cosmosmas, enanas marrones, exoplanetas, púlsares binarios y otros descubrimientos recientes», organizada por el IAC y la UIMP en Santander en 1996.



De izquierda a derecha, Subrahmanyan Chandrasekhar, Robert Wilson y Antony Hewish, junto a Francisco Sánchez. © IAC

## Steven Weinberg

El astrofísico estadounidense Steven Weinberg (1933-2021) recibió en 1979 el Premio Nobel de Física, junto con **Abdus Salam** y **Sheldon Lee Glashow**, “por sus contribuciones a la teoría de la interacción débil y electromagnética entre partículas elementales, incluyendo, entre otras cosas, la predicción de la corriente neutral débil”.

## Robert Wilson

El astrofísico estadounidense Robert Woodrow Wilson (1936-) recibió en 1978 el Premio Nobel de Física, junto con **Arno Allan Penzias**, “por su descubrimiento de la radiación del fondo cósmico de microondas” en 1964. Wilson repitió en 2014 su visita al Instituto y a los Observatorios con motivo del Festival STARMUS y formó parte de la “Mesa redonda 108 minutos”, en el Gran Telescopio Canarias, invitado por el IAC y la FECYT. También participó en un encuentro organizado por el IAC con otros dos premios nobel en el Museo de la Ciencia y el Cosmos.

## Charles Townes



Charles Townes, con Francisco Sánchez, John Beckman y Campbell Warden. © IAC

Charles Hard Townes (1915-2015) recibió en 1964 el Premio Nobel de Física “por su trabajo fundamental en el campo de los electrones cuánticos, el cual llevó a la construcción de osciladores y amplificadores basados en el principio máser-láser. Compartió el premio

con **Nikolái Gennádiyevich Báyov** y con **Aleksandr Mijáilovich Prójorov**. Estuvo en Canarias en 1988 para asistir al congreso “Evolutionary Phenomena in Galaxies” y para buscar el mejor emplazamiento, como La Palma, para instalar nuevos telescopios.

## Reinhard Genzel



Reinhard Genzel. © IAC

El astrofísico alemán Reinhard Genzel (1952), premio nobel de Física 2020 “por el descubrimiento de un objeto compacto supermasivo en el centro de nuestra galaxia”, realizó observaciones relacionadas con agujeros negros con el telescopio William Herschel, del ING, en el Observatorio del Roque de los Muchachos. También dio un coloquio organizado por el IAC y la Fundación BBVA en 1995.



Samuel Ting. © IAC

## Samuel Ting

El físico de partículas estadounidense de origen chino Samuel Chao Chung Ting recibió en 1976 el Premio Nobel de Física “por su trabajo pionero en el descubrimiento de una nueva clase de partículas elementales pesadas”. Compartió el premio con **Burton Richter**. Ting estuvo en el IAC en el año 2000, pero, como él mismo dijo en una entrevista, siempre quiso volver a disfrutar de la calidad del Cielo de Canarias y sus Observatorios. Y, en 2018, visitó por primera vez el Observatorio del Roque de los Muchachos, acompañado de Rafael Rebolo. Lo hizo después de una semana participando en la reunión celebrada en La Palma del consorcio del Espectrógrafo Magnético Alpha (AMS, de sus siglas en inglés), instalado en la Estación Espacial Internacional. Tras su estancia en La Palma, Ting ha pasado a formar parte del Paseo Estrellas de la Ciencia de La Palma (ver págs. 226-231)

## Rudolf Mössbauer

Rudolf Ludwig Mössbauer (1929-2011) recibió en 1961 el Premio Nobel de Física por sus investigaciones sobre la radiación gamma y el descubrimiento en 1957 del efecto que lleva su nombre. Compartió el premio con **Robert Hofstadter**. En febrero de 1989 visitó el IAC y los Observatorios de Canarias. En el ORM, se interesó por conocer el estado actual de la nueva observación astrofísica que se realizaba con la red de detectores de rayos cósmicos.



Rudolf Mössbauer, con Francisco Sánchez y Manuel Vázquez Abeledo. © IAC

## Kip Thorne



Kip Thorne. © STARMUS. A la derecha, con personal del ORM y del IAC.



El físico estadounidense Kip Stephen Thorne (1940), premio nobel de Física 2017, que compartió con **Rainer Weiss** y **Barry Barish**, “por sus contribuciones decisivas al detector LIGO y por la observación de ondas gravitatorias”, realizó observaciones sobre agujeros negros con los telescopios del ING en el Observatorio del Roque de los Muchachos. El asesor científico de la película *Interstellar* también dio en 2010 la charla “*The Warped Side of our Universe: From the Big Bang to Black Holes and Gravitational Waves*” en el IAC y ha sido uno de los premios nobel invitados en el Festival STARMUS (ver págs. 222-225).

## VISITANTES DE ALTURA: PREMIOS NOBEL DE FÍSICA

### John Mather



John Mather. © IAC

El astrofísico y cosmólogo estadounidense John Cromwell Mather (1946), formaba parte del equipo del satélite COBE, que fue lanzado en 1989 para estudiar la radiación del fondo cósmico de microondas. Este satélite detectó en 1992 las variaciones de temperatura en esa radiación que corresponden

a irregularidades en la distribución de materia del Universo recién nacido. En 2006 recibió, junto con **George Smoot**, el Premio Nobel de Física por descubrir esas “anisotropías” en la radiación de fondo cósmico de microondas y que ésta se comporta como “cuerpo negro”. La Academia Sueca justificó la entrega del premio “por su mirada hacia la infancia del Universo” y “sus intentos por entender el origen de las galaxias y las estrellas”. Fue uno de los premios nobel invitados en el Festival STARMUS (ver págs. 222-225).

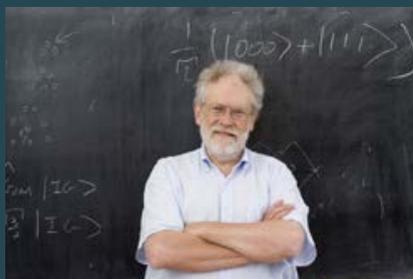
### George Smoot



George Smoot. © IAC

El físico y astrónomo estadounidense George Fitzgerald Smoot III (1945), premio nobel de Física 2006, que compartió con **John Mather**, “por el descubrimiento de la forma del cuerpo negro y la anisotropía de la radiación de fondo de microondas”, ha estado en el IAC y sus Observatorios en varias ocasiones, la primera en 1993. Su estudio de esa

radiación mediante el satélite artificial COBE demostró que poco después del Big Bang existían en el Universo irregularidades que fueron las semillas de la posterior formación de las galaxias, resultado que confirmó el Experimento de Tenerife, del Observatorio del Teide. También ha sido uno de los premios nobel invitados en el Festival STARMUS (ver págs. 222-225).



Anton Zeilinger. © Jacqueline Godany



Distancia récord de teletransportación. © IQOQI Viena



Láser estabilizador lanzado desde el JKT. © IQOQI Viena, Academia de Ciencias de Austria / ING



Una fuente de fotones entrelazados envía partículas de luz a estaciones receptoras desde un laboratorio de física cuántica móvil ubicado cerca del telescopio NOT. La medición de los fotones entrelazados fue controlada por la luz de cúasares distantes que fue captada por el WHT y el TNG. © Massimo Cecconi / ING

### Anton Zeilinger

El físico austriaco Anton Zeilinger (1945), premio nobel de Física 2022 “por los experimentos con fotones entrelazados, estableciendo la violación de las desigualdades de Bell y siendo pionero en la ciencia de la información cuántica”, hizo experimentos de entrelazamiento Tenerife-La Palma entre **2012** y **2013**. Compartió el premio con **Alain Aspect** y **John F. Clauser**.

Como él mismo señaló, este premio se debe en parte a sus experimentos sobre la transmisión de fotones entrelazados a grandes distancias desde los observatorios del Roque de los Muchachos y del Teide, “un trabajo pionero que ha ayudado a sentar las bases para futuras comunicaciones seguras con cifrado cuántico”.

A los primeros experimentos realizados en 2006 les siguió una configuración más sofisticada en 2012 que permitió al equipo de Zeilinger establecer la teletransportación de estados cuánticos a una distancia récord de 143 km. En esta ocasión utilizaron, en el lado emisor, las instalaciones del telescopio JKT, del ING, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, y, en el lado receptor, la Estación Óptica Terrestre (OGS), de la ESA, en el Observatorio del Teide.

En 2018, el equipo utilizó los telescopios WHT y TNG para llevar a cabo “un experimento inusual destinado a tapar una laguna en la interpretación convencional de la mecánica cuántica”. Esto implicó apuntar “los dos telescopios a cúasares distantes en lados opuestos del cielo y usar las propiedades de los fotones detectados para activar mediciones de polarización en un par de fotones entrelazados generados cerca del telescopio NOT (y disparados hacia WHT y TNG)”. Los resultados confirmaron las predicciones de la mecánica cuántica.

### Michel Mayor



Michel Mayor. © IAC

En 2019, los astrónomos **James Peebles**, **Michel Mayor** y **Didier Queloz** recibieron el Premio Nobel de Física por “las contribuciones a la comprensión de la evolución del Universo y del lugar de la Tierra en el Cosmos”. Para Mayor y Queloz, el premio reconocía su descubrimiento, publicado en 1995, del primer planeta fuera del Sistema Solar, orbitando una estrella de tipo solar. El astrónomo suizo **Michel Mayor** (1942) ha estado varias veces en Canarias, la primera en **1997** con motivo del congreso “Brown dwarfs and extrasolar planets”. También ha colaborado con el IAC en la construcción del instrumento ESPRESSO para el VLT, del ESO en Chile, y ha formado parte de la Comisión Asesora de Investigación (CAI) del IAC. A la izquierda, en **2014**, tras una de las reuniones de la CAI, junto con **Christoffel Waelkens**, **Andrea Dupree**, **Saku Tsuneta** y **Álvaro Giménez**.



Miembros de la CAI © Inés Bonet (IAC). A la derecha, firmando en el Libro de Honor de la Cosmológica de La Palma ante el presidente de la misma, Ignacio Pastor.



### Roger Penrose



Roger Penrose. © STARMUS / IAC

El físico matemático británico Roger Penrose (1931) recibió en 2020 el Premio Nobel de Física “por el descubrimiento de que la formación de agujeros negros es una predicción sólida de la teoría general de la relatividad”. Compartió el premio con **Reinhard Genzel** y **Andrea Ghez**. Previamente, en 1988, había compartido con **Stephen Hawking** el Premio Wolf por los teoremas de singularidad que llevan el nombre de ambos. Estuvo en La Palma en **2016** como uno de los invitados del Festival STARMUS (ver págs. 222-225).

### Didier Queloz



Didier Queloz durante un seminario de trabajo impartido en las oficinas del ING en Santa Cruz de La Palma en abril de 2019 sobre la ciencia que HARPS-3 y el programa THE tienen previsto desarrollar. © ING

El astrónomo suizo Didier Patrick Queloz (1966) compartió el Premio Nobel de Física con **Michel Mayor** en 2019 por el descubrimiento del primer exoplaneta. Ambos compartieron el premio con **James Peebles**. En **2017**, Queloz cerró un acuerdo con el Grupo de Telescopios Isaac Newton para la instalación de un potente espectrógrafo en el telescopio Isaac Newton (INT), del ORM. Este investigador y un consorcio europeo y norteamericano, que incluye al IAC, construyen este instrumento, de nombre HARPS-3, para llevar a cabo el programa *Terra Hunting Experiment* (THE) o Cazador de Planetas Terrestres. El programa, que cubrirá 10 años de observaciones, estudiará las estrellas más cercanas al Sol visibles desde el hemisferio Norte, con el fin de identificar y estudiar planetas gemelos de la Tierra, orbitando en la zona de habitabilidad de estrellas de tipo solar. Queloz también dio en **2013** la charla “*Exoplanets science: moving forward*”, en La Laguna, y ha colaborado con el IAC en el proyecto Speculoos Norte del OT.

### Takaaki Kajita



Takaaki Kajita. © Antonio González/IAC

El físico japonés Takaaki Kajita (1959) recibió en **2015** el premio nobel de Física conjuntamente con **Arthur B. McDonald** “por el descubrimiento de las oscilaciones de los neutrinos, lo que demuestra que los neutrinos tienen masa”. Ese mismo año visitó La Palma y en **2018** asistió a la inauguración del LST-1 en el ORM. Tras su estancia en la Isla, también ha pasado a formar parte del Paseo Estrellas de la Ciencia de La Palma (ver págs. 226-231).



Fotos de la visita al ORM del premio nobel de Fisiología y Medicina Severo Ochoa . © Mary Barreto (IAC)

## Severo Ochoa, premio nobel de Fisiología y Medicina

El médico y científico español (nacionalizado estadounidense en 1956) **Severo Ochoa Alborno** (1905-1993) recibió en 1959 el Premio Nobel de Fisiología y Medicina, junto con **Arthur Kornberg**, por “su descubrimiento de los mecanismos de la síntesis biológica de los ácidos ribonucleico y desoxirribonucleico”. Este científico español visitó con su esposa, **Carmen García Cobián**, el Observatorio del Roque de los Muchachos en 1988, acompañado por el director del Instituto de Productos Naturales Orgánicos del CSIC, el químico **Antonio González**, el director fundador del IAC, **Francisco Sánchez**, y la administradora del ORM en esa época, **Mary Barreto**. En una entrevista publicada en el *Diario de Las Palmas* en 1991, Severo Ochoa declaró: “Me gustaría repetir la visita al Observatorio Astrofísico de la isla de La Palma.” Este premio nobel da nombre al programa de excelencia científica que promueve el Ministerio de Ciencia e Innovación, habiendo sido el IAC uno de los centros acreditados con este sello en cuatro ediciones consecutivas.



## Margaret Burbidge



Margaret Burbidge. © Miguel Briganty (IAC)

Primera directora del Instituto de Astronomía de la Universidad de California en San Diego (UCSD) y profesora emérita hasta su fallecimiento, **Margaret Burbidge** fue igualmente la primera mujer que dirigió el Royal Greenwich Observatory, en Hertsmonceux (Reino Unido) y la primera en sugerir que el telescopio Isaac Newton (INT), de 2,5 m, se trasladara a Canarias, donde tendría mejores condiciones astronómicas. Y ese telescopio, entre otros, se instaló en La Palma. En *Paralajes* le rendimos tributo a esta mujer excepcional que el 5 de abril de 2020 inició su viaje sin retorno a las estrellas.

La Carta de Baltimore de 1992 sobre el papel que debían desempeñar las mujeres en Astronomía comenzaba con un antiguo proverbio chino que dice *Women hold up half the sky*: “Las mujeres sostienen la mitad del cielo”, una máxima que la astrónoma **Margaret Burbidge**, que hubiera cumplido 101 años en 2020 de no haber fallecido ese mismo año, recordaba haber oído por primera vez en una visita a los observatorios astronómicos de la República Popular China. En aquella ocasión, fue la única mujer astrónomo del grupo, como también en el encuentro “Key Problems in Astronomy”, celebrado en 1995 en Tenerife, que reunió a grandes maestros de la Astrofísica del siglo XX para predecir el futuro de la Cosmología. Y lo había sido igualmente cuando, en 1957, junto a su marido -**Geoffrey Burbidge**-, **William Fowler** y **Fred Hoyle**, se publicó un trabajo explicando los orígenes de los elementos químicos en el interior de las estrellas. El artículo fue firmado por orden alfabético, razón por la cual se conoce hoy por las iniciales B2FH, como si de una fórmula química se tratara.



Participantes en el encuentro “Key Problems in Astronomy”, visitando el ORM. © IAC



Participantes en el encuentro “Key Problems in Astronomy”, visitando el telescopio William Herschel. © IAC

Esta astrónoma nos visitó en dos ocasiones: en 1988, con motivo del Congreso-Escuela “Evolutionary Phenomena in Galaxies”, organizado por el IAC, y con motivo de la mencionada reunión de 1995.

Tanto ella como el resto de los participantes en el encuentro “Key Problems in Astronomy” -**Geoffrey Burbidge**, **Malcolm Longair**, **Donald Lynden-Bell**, **Igor Novikov**, **Donald Osterbrock**, **Bernard Pagel**, **Martin Rees**, **Hubert Reeves**, **Allan Sandage** y **Rashid Sunyaev**- también visitaron el Observatorio del Roque de los Muchachos, como se aprecia en las fotos.



Paul Murdin, durante su participación en el congreso "Communicating Astronomy", organizado por el IAC. © IAC

## Paul Murdin

Como apuntaba **René G.M. Rutten**, director en su momento del Isaac Newton Group (ING) y miembro del comité organizador del workshop en honor de **Paul Murdin** que se celebró en 2001, la creación del ING y, en general, del Observatorio del Roque de los Muchachos, está íntimamente relacionada con "la energía incansable" del astrofísico británico homenajeado. Paul Murdin, gran amigo del IAC, había dejado la Junta Directiva de ING porque se jubilaba y esto se conmemoró con un encuentro bajo el título "Ciencia de La Palma: Pasado, Presente y Futuro". Como clausura del encuentro hubo una actuación del grupo de danza palmera **Echentive**.

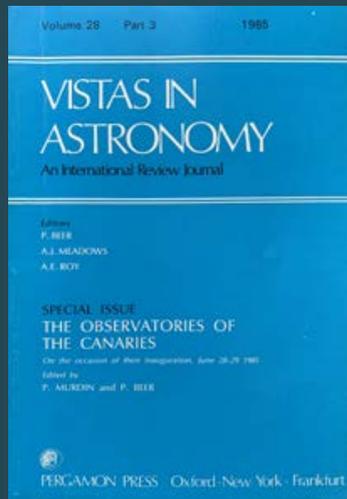
Con motivo de las solemnes inauguraciones de los Observatorios de Canarias en **1985**, **Paul Murdin** y **Peter Beer** editaron un número especial de la revista *Vistas in Astronomy. An International Review Journal*, dedicado a los Observatorios de Canarias. En ella, Paul Murdin también escribía el artículo "Nighttime Skies above the Canary Islands", que iniciaba con versos del poeta Cairasco de Figueroa dedicados a las Islas Afortunadas y donde resumía las excepcionales condiciones astronómicas de Canarias.

Destacaba igualmente la belleza de su vegetación: "En ambos observatorios hay una considerable cubierta de vegetación sobre la roca basáltica expuesta y el suelo erosionado por el viento y el hielo. En La Palma, a 2.400 m, la vegetación principal es el codeso, en Tenerife, a la misma altura, la retama, que viven en conjunción y armonía con muchas especies endémicas de flores raras y deliciosas adaptadas a las rigurosas condiciones del hielo y de la nieve invernal. Tanto el codeso como la retama son arbustos densos de 1-2 metros de altura, que protegen del 30% al 70% del suelo de la insolación directa."

*"Otras islas se ven que blanco velo las ciñe en torno, menos elevadas, llámolas por su fértil cielo y suelo la antigua edad las Islas Fortunadas; y tan amigo suyo estimó el cielo..."*

**CAIRASCO.** El arco de la fama

A la izquierda, Francisco Sánchez, director fundador del IAC, entregándole a Paul Murdin la escultura conmemorativa "Canarias, Observatorio Norte Europeo", del artista Gotzon Cañada. © ING



Vegetación de codeso en torno al Observatorio del Roque de los Muchachos. © Angel Gómez



Sir Martin Rees, durante su participación en el encuentro "Key Problems in Astronomy", organizado por el IAC. © Miguel Briganty (IAC)

## REVISTA DE PRENSA

Extraído del artículo del Prof. MARTIN REES "European Astronomy", publicado por la revista "SCIENCE" en su vol. 256, dedicado a la "Ciencia en Europa" (reproducido con permiso del autor).

*"(...) El principal emplazamiento de Europa en el Hemisferio Norte es el Observatorio del Roque de los Muchachos, situado en La Palma (Islas Canarias), a 2.500 m. de altitud. Fue formalmente establecido como observatorio internacional en 1970. La institución anfitriona es el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), cuya sede se encuentra en Tenerife, el cual, bajo el liderazgo constante de Francisco Sánchez, ha llegado a ser uno de los grandes centros de investigación por derecho propio. El telescopio más grande instalado en La Palma es el "William Herschel", de 4 metros, principalmente británico, aunque con un 20% de participación holandesa. Hay también telescopios más pequeños, pertenecientes al Reino Unido y a Países Escandinavos (el último en operación es el Telescopio Óptico Nórdico). Los Italianos han decidido recientemente instalar en La Palma su telescopio "Galileo", de 3,5 metros, una réplica del NTT de ESO.*

*La Palma, que es ya el Observatorio Europeo más importante en el Hemisferio Norte, tiene obviamente un potencial para futuros desarrollos, de modo que se ha convertido en el equivalente de lo que ESO ofrece a los astrónomos europeos en el Sur. Esta perspectiva se ha oscurecido recientemente -aunque uno espera que no se haya apagado del todo- por la decisión del Science and Engineering Research Council (la principal agencia financiadora de la astrofísica británica) de optar por la propuesta minoritaria del Proyecto Gemini, liderado por Estados Unidos, en lugar de colaborar con España (y quizás otros) para poner un telescopio de la clase 8 metros en La Palma. (...)".*

## Anatole Karpov, "en Roque"

El 23 de noviembre de **2002**, el célebre ajedrecista ruso **Anatoli Karpov** visitó el telescopio William Herschel, del ING. Durante su estancia en Canarias, disputó 24 partidas de forma simultánea con personas de las distintas islas. Con tanto movimiento, la red se saturó y la mayor parte de las partidas acabaron en tablas. El contrincante en el ORM fue el astrónomo británico **Chris Benn**, del ING, con quien aparece en las fotos. © Javier Méndez y Ana Lozano



## Martin Rees

Sir **Martin Rees**, astrofísico y cosmólogo británico de reconocido prestigio -presidió la Royal Society de Londres-, ha estado siempre muy vinculado al IAC y a los Observatorios de Canarias, habiendo participado en varias reuniones científicas organizadas por el centro. En el número 2-**1992** de la revista *IAC Noticias*, se recogía un extracto de su artículo "European Astronomy", que publicó ese año en la revista *Science* (ver traducción adjunta). En él ya reconocía a La Palma como el Observatorio Europeo más importante en el Hemisferio Norte y se sorprendía de que el Proyecto Gemini no se fuera a instalar en la Isla.

## Comisarios europeos



En varias ocasiones, representantes en la Unión Europea han visitado el ORM. En la foto, una delegación de la Comisión de Desarrollo Regional del Parlamento Europeo, el 23 de mayo de **2022**, acompañados de autoridades y miembros de la Dirección del IAC y del ORM.

2011



## Mesas redondas en el GTC



# STARMUS

En 2011 se celebró en Tenerife y La Palma el primer Festival Internacional Starmus, bajo la dirección de los astrofísicos **Garik Israelian** y **Brian May**, convirtiendo a las islas en el epicentro mundial de la astronomía y de las ciencias espaciales con la colaboración del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Su programa conjugaba arte, música y ciencia de primer orden. Concretamente en La Palma, se organizó la mesa redonda “108 minutos” bajo el Gran Telescopio Canarias, el mayor telescopio óptico e infrarrojo del mundo. La duración era un guiño a la duración del primer viaje espacial del ser humano, llevado a cabo por el cosmonauta soviético Yuri Gagarin en 1961. Reemitida por Internet a todo el mundo, esta mesa redonda reunió a un panel de expertos que incluyó al comandante de la misión Apolo 11 **Neil Armstrong**, al cosmonauta ruso **Alexei Leonov**, a los premios nobel **Jack Szostak** y **George Smoot**, y a investigadores tan conocidos como el etólogo y biólogo **Richard Dawkins**, autor de *El gen egoísta*, o la astrofísica **Jill Tarter**, pionera e impulsora del Centro SETI, además de **Francisco Sánchez**, director fundador del IAC, y de los organizadores del Festival. También estuvo presente como anfitrión, **Pedro Álvarez**, primer director del GTC. Todos ellos, moderados por el editor de la revista científica *Nature* **Leslie Sage**, discutieron sobre la curiosidad ancestral del ser humano por el estudio del Universo, la necesidad de viajar al espacio, las ventajas de las misiones tripuladas frente a las robóticas y las posibilidades de hallar vida inteligente en planetas extrasolares.

La experiencia se repitió en la segunda edición del Festival, que tuvo lugar en 2014. En esta ocasión, se reunieron bajo el GTC los astrofísicos y premios nobel **Robert Wilson** y **John Matter**, el químico y también premio nobel **Harold Kroto**, el astronauta del Apolo 7 **Walt Cunningham**, el director del IAC, **Rafael Rebolo**, y **Garik Israelian**, estos últimos como anfitriones, junto con **Pedro Álvarez**.

2014



## 108 minutos de viaje espacial bajo el Gran Telescopio Canarias

A ellos se unieron, desde la sede del festival en Tenerife y por videoconferencia, la antropóloga **Katerina Harvati** y el físico teórico **Stephen Hawking**. Moderó el encuentro **Robert Williams**, astrónomo del Instituto Científico del Telescopio Espacial Hubble y expresidente de la Unión Astronómica Internacional (IAU). En esta mesa se debatieron de las grandes cuestiones que inquietan a todos, como las probabilidades de existencia de vida inteligente y cómo detectarla, interrogante que abrió un turno de intervenciones en el que Dios y la Creación no estuvieron ausentes. Y todos destacaron la importancia de la divulgación en su campo como una parte fundamental de la Ciencia.

El éxito alcanzado por estas mesas redondas se repitió en 2016 con motivo de la tercera edición. Los invitados en esta

ocasión fueron el matemático **Roger Penrose**, la bióloga y premio nobel de Medicina **Elizabeth Blackburn**, el astronauta del Apolo 9 **Russell Schweickart**, el astrofísico de la Universidad de Harvard **Robert Kirshner**, el premio nobel de Economía **Joseph Stiglitz**, el experto en ciberseguridad **Eugene Kaspersky**, y de nuevo, **Rafael Rebolo** y **Garik Israelian**, además de estar presente **Romano Corradi**, astrofísico y director del GTC. Los invitados empezaron hablando de las amenazas cósmicas, ya que ese día se celebraba el “Día Internacional del Asteroide”, del cambio climático y de la educación científica.

Starmus, uno de los festivales astronómicos más importantes del mundo, que volverá a celebrarse en Canarias y, en concreto, en la isla de La Palma, en 2025.

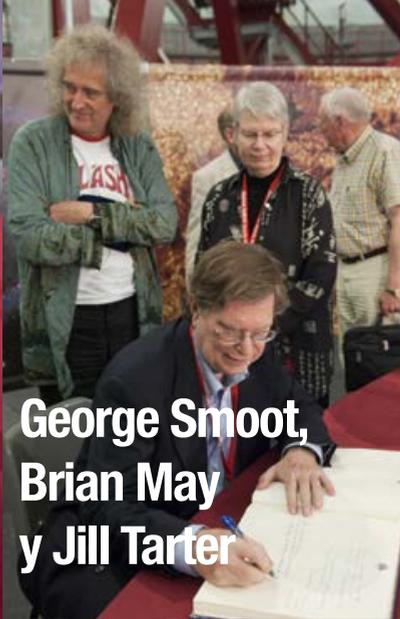
Neil Armstrong



Alekséi Leonov



George Smoot,  
Brian May  
y Jill Tarter

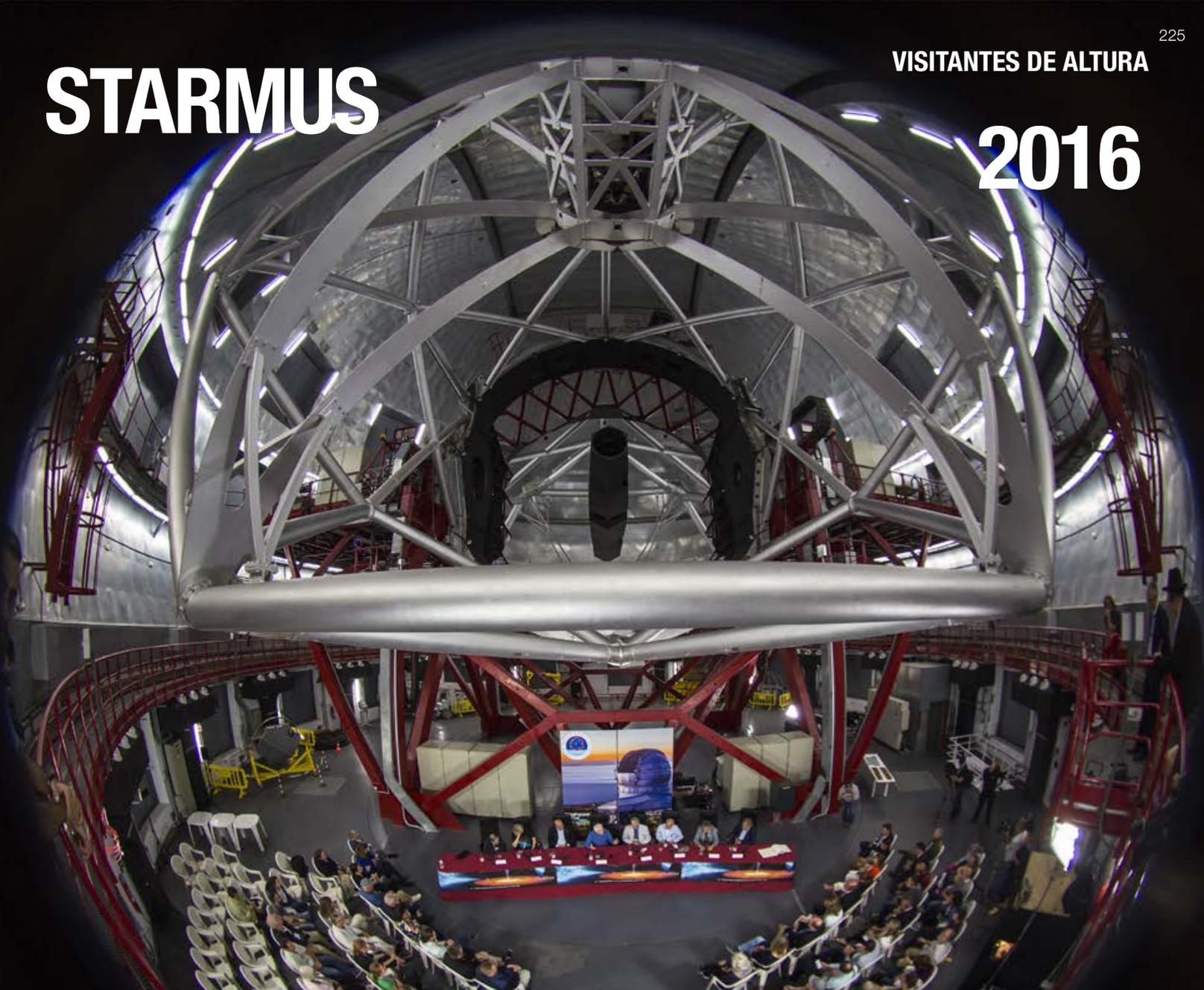


Robert Wilson



# STARMUS

# 2016



Bill Anders, Neil Armstrong  
y Rusty Schweickart



Robert Wilson y  
Walt Cunningham



John Mather



Joseph Stiglitz



Roger Penrose,  
Elizabeth Blackburn  
y Russell Schweickart



# El Paseo Estrellas de la Ciencia

El Cabildo Insular de La Palma, el Ayuntamiento de Santa Cruz de La Palma y el Instituto de Astrofísica de Canarias promovieron hace casi una década la iniciativa de crear en la isla palmera el Paseo de las Estrellas de la Ciencia como un homenaje a grandes investigadores -científicos y científicas- y un legado inspirador para futuras generaciones. Si bien las primeras placas se entregaron en 2016, por distintos avatares el Paseo no se inauguró hasta el 6 de diciembre de 2020. Hoy tienen ya su estrella Stephen Hawking, Alekséi Leónov, Takaaki Kajita, Samuel Ting y Jocelyn Bell-Burnell.

Se trata del primer paseo del mundo dedicado a reconocer la figura y trabajo de celebridades de la ciencia, y se presenta con un monolito vertical al que siguen sobre el pavimento las estrellas con los nombres de las personalidades homenajeadas. La isla de La Palma, en Canarias, es conocida a nivel internacional por tener uno de los mejores observatorios del mundo, el Observatorio del Roque de los Muchachos, del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Además de los numerosos logros científicos, en la Isla se ha apostado por potenciar la divulgación y el interés turístico que posee el firmamento. De ahí que, además de tematizaciones, congresos nacionales e internacionales, intercambio entre regiones, proyectos divulgativos en centros escolares, etc., sigan surgiendo más propuestas e ideas.

## LA IDEA DEL PASEO

A finales de junio de 2015, en una conversación entre Juan Carlos Pérez Arencibia, administrador del Observatorio del Roque de los Muchachos, y Anselmo Pestana, en aquel momento presidente del Cabildo Insular de La Palma, mientras participaban en la inauguración de la escultura "La Galaxia MS33", surgió la propuesta de crear un paseo vinculado a personalidades del ámbito de la astrofísica y de la ciencia en general, como si se tratara de estrellas mediáticas, pero relacionadas con el mundo de la investigación científica. Nació así la idea de El Paseo de las Estrellas de la Ciencia. "Que hubiese esculturas vinculadas a la astronomía -comenta Pestana- me parecía muy bonito,



Monolito que indica el inicio del Paseo Estrellas de la Ciencia en Santa Cruz de La Palma.

y trasladarlo a un paseo de las estrellas surgió de esa conversación".

## LA FORMALIZACIÓN INSTITUCIONAL

El Cabildo aprobó el proyecto en Acuerdo Plenario del 15 de junio de 2016, en el que se establecieron los requisitos. Se planteó que una o dos veces al año fueran reconocidas como «Estrella» aquellas personalidades de prestigio internacional que hubieran sido importantes para la investigación y conocimiento científico, especialmente relacionados con la astrofísica, aunque abierto a otras ciencias, y La Palma. Este proyecto recibió el apoyo del IAC. "Creíamos que sería interesante -apunta Pestana- enlazar la historia local con la historia de la ciencia, donde La Palma aporta su granito de arena con el Observatorio gracias al Instituto de Astrofísica de Canarias".

## LA UBICACIÓN Y DISEÑO

Hubo varias alternativas, pero finalmente se optó por el frente marítimo de Santa Cruz de La Palma. Se transmitió así la propuesta al ayuntamiento capitalino, donde el alcalde en ese momento, Sergio Matos, y todo su equipo de gobierno se unieron al apoyo institucional. El diseñador y creativo Juan Fernández fue la persona elegida para el diseño. Su propuesta consistió en la colocación de un hito-monolito vertical, como presentación al comienzo del paseo, y las estrellas de los homenajeados incrustadas en el suelo, todas elaboradas con

gabro oscuro, una piedra gris negruzca alrededor, y bronce fundido. "Quise hacer una estrella diferente -explica-, de cinco puntas, como si estuviera en movimiento, dando a entender que aún quedan cosas por descubrir. El centro, rodeando a la estrella, un círculo que representa el Universo, oscuro y enorme, pero con una textura lunar". El Paseo se complementa con otras pequeñas estrellas de latón-bronce incrustadas en piedra que salpican el recorrido. Y a los galardonados se les haría entrega de una pequeña réplica, placa-homenaje, en aluminio.

## LA COORDINACIÓN

Desde el principio, la coordinación estuvo a cargo de Antonio Hernández Riverol, que en el momento de gestarse la idea era miembro del Gabinete de Presidencia del Cabildo y asesor de Anselmo Pestana. "No podemos competir por un turismo de playa, pero sí luchar por mantener un turismo verde, de naturaleza, y que pueda disfrutar de nuestro espectacular cielo, por lo que considerábamos importante diferenciarnos y mover este proyecto", señala. Hernández Riverol vio cómo nacía la astrofísica en La Palma y evolucionaba el astroturismo, y cómo aparecieron las primeras ideas e iniciativas, por lo que tenía claro que no podía dejar morir esta gran idea. Para ello reunió a un grupo de técnicos que buscara propuestas y mejoras, entre los que he tenido el honor de participar. "No fue fácil, hubo cambios desde la idea original, nuevas propuestas de ubicación, las estrellas tuvieron que pasar su certificación y, en medio, apareció la pandemia, retrasando la finalización del Paseo", aclara Hernández Riverol, quien defiende que este Paseo, de interés insular, debe ser un compromiso permanente de sus promotores.

## LAS «ESTRELLAS»

Gracias a las celebraciones del Festival Starmus en Canarias, evento creado y dirigido por el astrofísico armenio Garik Israelian, el Cabildo Insular de La Palma y el IAC aprovecharon la participación de científicos de gran renombre en este festival para proponer las primeras estrellas del Paseo: Stephen Hawking y Alekséi Leónov. La implicación del IAC, a través de Juan Carlos Pérez Arencibia, resultó crucial para las siguientes estrellas propuestas.

## STEPHEN HAWKING

El primer homenajeado fue el británico Stephen Hawking, en junio de 2016, quien nació en Oxford, en enero de 1942, y falleció en Cambridge, en marzo de 2018, a la edad de 76 años. Físico teórico, cosmólogo y gran divulgador, fue autor de grandes estudios y descubrimientos de la astrofísica moderna, como la radiación de los agujeros negros. Entre sus investigaciones más importantes estuvo la de aportar, junto con el físico y matemático británico Roger Penrose, teoremas respecto a las singularidades espaciotemporales en la relatividad general de Albert Einstein. Aunque hay testimonios que comentan que visitó La Palma y el Roque de Los



Distintos momentos de la inauguración del Paseo en diciembre de 2020.





Entrega de la estrella a Stephen Hawking.

Muchachos en 1985, poco antes de la inauguración del observatorio astrofísico, cuando decimos el nombre de Hawking en nuestra isla se recuerda el enorme revuelo que causó su visita como turista. Algo totalmente inesperado. El 12 de septiembre de 2014, el buque Oceana hacía escala en el puerto de Santa Cruz de La Palma. Jorge Amado, jefe de la Policía Portuaria, comenta que cuando, junto a sus compañeros, realizaba su habitual control de pasajeros, le llamó la atención especialmente uno, rodeado de enfermeras y en una silla grande, eléctrica y con una gran tablet. Y pensó: «Se parece mucho al científico famoso. No es una estrella del cine o del deporte, pero es una gran celebridad de la ciencia, y tenía claro que quería tener un recuerdo, una fotografía, con él». Sobre el Paseo, Amado apunta: «Tiene que ser una ventana para conocer a todas estas celebridades, no solo para la gente de aquí, sino para los turistas que visitan la Isla». En noviembre de ese mismo año se celebró, dentro del Festival Starmus, una mesa redonda en el Gran Telescopio Canarias. Sin embargo, Hawking, por sus condiciones de salud, no pudo trasladarse a La Palma, participando de manera virtual desde Tenerife. Garik Israelian comenta que Hawking tenía mucho interés en visitar nuevamente la isla, entrar en el mayor telescopio óptico del mundo y participar en la mesa redonda. En junio de 2016, Stephen Hawking regresó a La Palma, pero esta vez con una agenda oficial. Aprovechando la escala del buque Britannia, en el que viajaba para dirigirse a otra edición del Festival Starmus en Tenerife, nuestra isla le rindió homenaje y a Hawking se le reconoció como la primera estrella del futuro Paseo.

«Cuando le conté lo del Paseo -recuerda Israelian-, él sonrió, y por lo que yo le conocía era un buen signo de aceptación. Comenzamos así, junto al Cabildo de La Palma y el IAC, a trabajar en la logística y en cómo preparar el acto».

#### ALEKSÉI LEÓN OV

Ese mismo año, 2016, se concedió la segunda estrella al piloto e ingeniero ruso Alekséi Leónov, quien realizó el primer paseo espacial. Nacido en Listvianka en mayo de 1934, fue seleccionado en 1960, junto a veinte pilotos más de la Fuerza Aérea Soviética, para formar parte del primer grupo de cosmonautas. El 18 de marzo de 1965 se lanzó al vacío unido a la nave Vosjod 2 solo por una correa de 5,35 metros, durante doce minutos y nueve segundos. Un paseo espacial, y un viaje, lleno de gloria y adversidades. Su vida estuvo ligada al programa espacial, compitiendo contra los estadounidenses (la «Guerra Fría»). Pero esta situación no fue impedimento para que, en 1975, comandara al equipo soviético en la primera misión conjunta entre la Unión Soviética y los Estados Unidos, la Apolo-Soyuz. Fue supervisor de formación del Centro de Entrenamiento de Cosmonautas Yuri Gagarin. Gran dibujante, participó en la redacción de varios libros, en los que describía sus vivencias en todo lo relacionado a la carrera espacial. «Durante mi primer paseo en el espacio vi las Islas Canarias. Eran puntos blancos, pequeños... y nunca pensé que algún día las visitaría», fue lo que manifestó Leónov a Garik Israelian cuando en Moscú, en 2009, le propuso participar en Starmus. Festival que visitó varias veces y en el que fue miembro de las mesas



Entrega de la estrella al cosmonauta Alekséi Leónov.

redondas que se celebraron en La Palma. Cuando Israelian le planteó a Leónov su nombramiento como Estrella del Paseo, no dejó de sorprenderse. «¿Por qué él?», preguntó, añadiendo que era «un gran honor recibir esa placa». Un hombre siempre sonriente y de pensamiento muy abierto. En su biografía se recogen gran parte de sus dibujos y se menciona su participación en la mesa redonda del Festival, así como su visita a La Palma. Falleció en Moscú en octubre de 2019, a los 85 años.

#### TAKA AKI KAJITA

El japonés Takaaki Kajita recibió la tercera estrella en 2017. Nació en Higashimatsuyama en marzo de 1959 y ha dedicado gran parte de su vida al estudio de los neutrinos, recibiendo numerosos reconocimientos. El más destacado es haber sido premio nobel de Física en 2015, concedido gracias a sus investigaciones, junto al astrofísico canadiense Arthur B. McDonald, sobre las oscilaciones de los neutrinos, demostrando que estas partículas subatómicas tienen masa. Director del Institute for Cosmic Ray Research (ICRR Tokio), está muy vinculado al Instituto de Astrofísica de Canarias. Ha sido un gran impulsor del proyecto CTA-Norte, junto a Rafael Rebolo, director del IAC, consiguiendo que en abril de 2016 se materializara la firma del acuerdo entre España y Japón para la colocación de cuatro grandes telescopios en la isla de La Palma, del que ya tenemos el primero de ellos en funcionamiento, el LST-1. Estos telescopios permitirán la observación de rayos gamma de alta energía y fenómenos asociados a la materia oscura. Actualmente el consorcio CTA está formado por más de 1.200 científicos que trabajan en doscientos centros de investigación de unos treinta y dos países, siendo España y Japón los de mayor peso para el CTA del hemisferio norte. «Kajita nos sorprendió a todos cuando, recién nombrado premio nobel, quiso mantener aun así su visita a la Isla y estar presente en la inauguración del LST-1», comenta Pérez Arencibia. «Una persona encantadora -añade-, muy enamorada de La Palma y amante de su gastronomía popular». En octubre de 2018, durante el acto de inauguración del mencionado LST-1, vi algo insólito. Entre la multitud apareció una joven, con cara de quien se cuela en el backstage del concierto de su cantante favorito. María G., estudiante de 16 años, sin dudarle se acercó a Kajita para pedirle una foto. «Haber tenido la posibilidad no solo ver, sino de conocer a un premio nobel de Física fue como un sueño hecho realidad, algo para lo que no se tienen palabras». Kajita comentó de su reconocimiento: «Es un verdadero honor ser galardonado como 'estrella' en La Palma, donde vienen muchos astrónomos y realizan investigaciones sobre las estrellas y el Universo».



Entrega de la estrella a Takaaki Kajita. © Cabildo de La Palma. Abajo, el físico japonés durante la primera piedra del LST-1, en el ORM, feliz por el Premio Nobel que unos días antes le habían concedido. © Daniel López/IAC



El premio nobel Kajita en 2015, con motivo del acto de la primera piedra del LST-1 en el ORM. © Daniel López/IAC

#### SAMUEL C.C. TING

La cuarta estrella fue concedida al físico de partículas estadounidense de origen chino Samuel C.C. Ting, en 2018. Nacido en la ciudad de Ann Arbor, Michigan, en enero de 1936, recibió el premio nobel de Física en 1976 -compartido con el estadounidense Burton Richter- por el descubrimiento un año antes de una partícula subatómica, a la que denominaron J/Psi. Partículas que, para su entorno, tienen una masa especialmente grande y existencia duradera, peculiaridades que eran desconocidas hasta ese momento. Estábamos en la antesala de verificar la existencia definitiva de los quarks. Entre sus numerosos trabajos destaca la dirección del consorcio internacional encargado de desarrollar el Alpha Magnetic Spectrometer (AMS-02), un módulo experimental de física de partículas que se instaló en la Estación Espacial Internacional, y que fue diseñado para detectar, estudiar y medir



rayos cósmicos. Este consorcio se reunió en La Palma en el año 2000, una de las visitas de Ting. El Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y el IAC fueron las instituciones españolas que contribuyeron al desarrollo del AMS. De ahí el vínculo de Ting con nuestra ciencia. Según Juan Carlos Pérez Arencibia, “es una persona muy humilde que se quedó, también, encantado con la idiosincrasia de La Palma”. Y subraya: “Ha visitado nuestros observatorios y no ocultó su alegría de que el telescopio de 30 metros pudiese instalarse en nuestra isla, más siendo el Gestor del Proyecto TMT uno de sus mejores alumnos de doctorado”. Sobre el reconocimiento, Ting dijo: “Ha sido un honor para mí tener una estrella en la hermosa isla de La Palma. Espero volver a visitar Canarias en un futuro próximo”.



Distintos momentos de la entrega de la estrella a Samuel Ting, en presencia de autoridades, científicos y público general. A la izquierda, imágenes durante su visita al Observatorio del Roque de los Muchachos con motivo de la reunión del consorcio internacional del AMS.

### JOCELYN BELL BURNELL

La última estrella concedida, pero no entregada ni instalada aún debido a las situaciones adversas que ha tenido La Palma (pandemia y volcán), ha sido para la astrofísica norirlandesa Jocelyn Bell Burnell. Nacida en Belfast en julio de 1943, se le atribuye, junto a Anthony Hewish -premio nobel de Física en 1974-, el descubrimiento del primer púlsar en 1967. Los púlsares son estrellas de neutrones que giran muy rápido, emiten gran cantidad de energía y liberan ondas de radio a intervalos cortos y regulares. Desde muy joven, esta astrofísica no lo tuvo fácil para estudiar lo que deseaba, pero su empeño y el esfuerzo y apoyo de sus padres le llevaron a conseguir su sueño, y terminar su primer curso de Física y Astronomía con la nota final más alta de la clase. “El que la familia conozca y apoye cualquier vocación, en este caso la científica, siempre es importante”, asegura esta astrofísica, que ha tenido cargos de alta responsabilidad en los lugares en los que ha trabajado. Tras ser nombrada profesora titular de Física, hace más de treinta años, se multiplicó el número de profesoras de esa rama en Gran Bretaña. Ha dedicado parte de su vida a estudiar y reivindicar la situación y presencia de las mujeres en la ciencia. Tiene una gran relación con la Astrofísica en Canarias y conoce perfectamente la investigación que se realiza en nuestros observatorios. “Algún día -ha declarado- espero poder ver y visitar el Paseo de las Estrellas de la Ciencia. Mientras tanto, les deseo buena salud y les agradezco el gran honor de estar incluida en el Paseo”.



Jocelyn Bell Burnell, la última galardonada con una estrella. (Cortesía Royal Society of Edinburgh)

### PERSPECTIVA DE FUTURO

Todos los entrevistados en este reportaje finalizan sus comentarios con un pensamiento común, la gran relevancia que tiene y tendrá, sin duda, el Paseo de las Estrellas de la Ciencia. “Aunque aún pequeño, es un paseo digno. Seguiremos ampliando y mejorando el recorrido. El Paseo se seguirá enriqueciendo con más científicas y científicos, y se verán representados el mayor número posible de países vinculados a la ciencia, especialmente a la astrofísica”, concluye Antonio Hernández Riverol. Invitamos a un recorrido virtual del Paseo que se irá actualizando con frecuencia, a través de [www.klapy.com/tour/y220OJ5lae](http://www.klapy.com/tour/y220OJ5lae) o del QR adjunto.



Mi agradecimiento a todos los que han participado y ayudado en la elaboración de este artículo, en especial a Anselmo Pestana, Juan Carlos Pérez Arencibia, Antonio Hernández Riverol, Garik Israelian, Carmen del Puerto, Iván Jiménez y Mireya Bienes.

ANTONIO GONZÁLEZ

Divulgador, guía y monitor de astronomía, fotógrafo nocturno y experto en astroturismo ([www.cielos-lapalma.com](http://www.cielos-lapalma.com))



(Adaptación de artículo publicado en la revista *Astronomía*, n. 263, mayo de 2021, donde fue destacado en la portada)

# “En un lugar del Universo...”



El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y las instituciones científicas internacionales con telescopios en las Islas se unieron en 2016 a la celebración del IV Centenario de la muerte de Miguel de Cervantes, iniciando un proyecto transversal que combinaba Literatura y Astronomía. “En un lugar del Universo...”, título del proyecto, invitaba a grandes figuras de las letras hispanas a descubrir el cielo de Canarias, a visitar sus Observatorios astrofísicos y, como resultado de la experiencia, a escribir textos inspirados en el Cosmos. La invitación se extendió, posteriormente, a autores presentes en las dos primeras ediciones del Festival Hispanoamericano de Escritores celebradas en el municipio palmero de Los Llanos de Aridane. Las siguientes ediciones de este evento anual, dirigido por el escritor **Nicolás Melini**, también ha contado con la colaboración de la Astrofísica, y sus participantes han podido visitar el Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma.

Las contribuciones literarias de estos escritores junto con testimonios gráficos de sus visitas se recogieron en un libro con el mismo título del proyecto -un guiño al comienzo de la obra más famosa de la Literatura universal-, destinando sus beneficios a un fin solidario relacionado con el Alzheimer, a través de AFATE, una Asociación de Familiares y Cuidadores de Enfermos de esta enfermedad y otras demencias.

En este proyecto participaron inicialmente los escritores **Mario Vargas Llosa, Elsa López, Juan Cruz Ruiz, Rosa Montero, Antonio Tabares, Juan Madrid, Ángela Vallvey, Juan Jesús Armas Marcelo, Nicolás Melini y Enrique Joven**, este último también físico e ingeniero. Posteriormente, se sumaron algunos participantes en el Festival Hispanoamericano de Escritores. En concreto, **José Balza, Valeria Correa Fiz, Santiago Gil, Ricardo Hernández Bravo, Teresa Iturriaga Osa, Antonio López Ortega, Anelio Rodríguez Concepción y Alberto Ruy Sánchez**.

## MESAS REDONDAS EN LOS LLANOS

El libro incluyó también la transcripción de las intervenciones en las dos mesas redondas organizadas en Los Llanos de Aridane en el marco del Festival literario. En la primera, con el lema “Construyendo puentes. Homenaje a Stephen Hawking”, celebrada en 2018, participaron las escritoras **Mónica Lavín y Carmen Posadas** y los astrofísicos **Jorge Casares y Rafael Rebolo**, moderados por la periodista y escritora **Carmen del Puerto**, coordinadora a su vez del proyecto “En un lugar del Universo...” y entonces jefa de la Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3) del IAC, que también moderó las mesas redondas de las siguientes dos ediciones. En la segunda, con el título “La fuerza inspiradora del Universo. Homenaje a Francisco Sánchez”, en 2019, lo hicieron los escritores **Alberto Ruy Sánchez y Karla Suárez** junto con los astrofísicos **Casiana Muñoz Tuñón, Rafael Rebolo y Francisco Sánchez**. La de 2020, bajo el título “Mirar lo que ya no existe”, contó con la participación de los escritores **Nuria Barrios, Yolanda Castaño y Juan Carlos Chirinos**, junto a los astrofísicos **Romano Corradi**, director del GTC, y **Casiana Muñoz Tuñón**, subdirectora del IAC. En la cuarta edición, en 2022, el IAC colaboró con una visita guiada a un grupo de escritoras al Observatorio del Roque de los Muchachos y en un coloquio en el que participaron las escritoras **María Baranda, Marta Barrio García-Agulló y María José Alemán**, junto a **Enrique Joven** y el administrador del ORM, **Juan Carlos Pérez Arencibia**, que actuó como moderador. En la mesa de la edición de 2023, “Entre la tierra y el cielo: sobre la visita al centro astrofísico del Roque de los Muchachos”, participaron las escritoras **Shirley Campbell Barr, Ara de Haro y Michelle Recinos**, junto con la astrofísica **Irene Puerto Giménez** y, de nuevo, con la moderación de **Juan Carlos Pérez Arencibia**.

*“¡Hay que acercar la Literatura a las estrellas!”*

(MARIO VARGAS LLOSA)

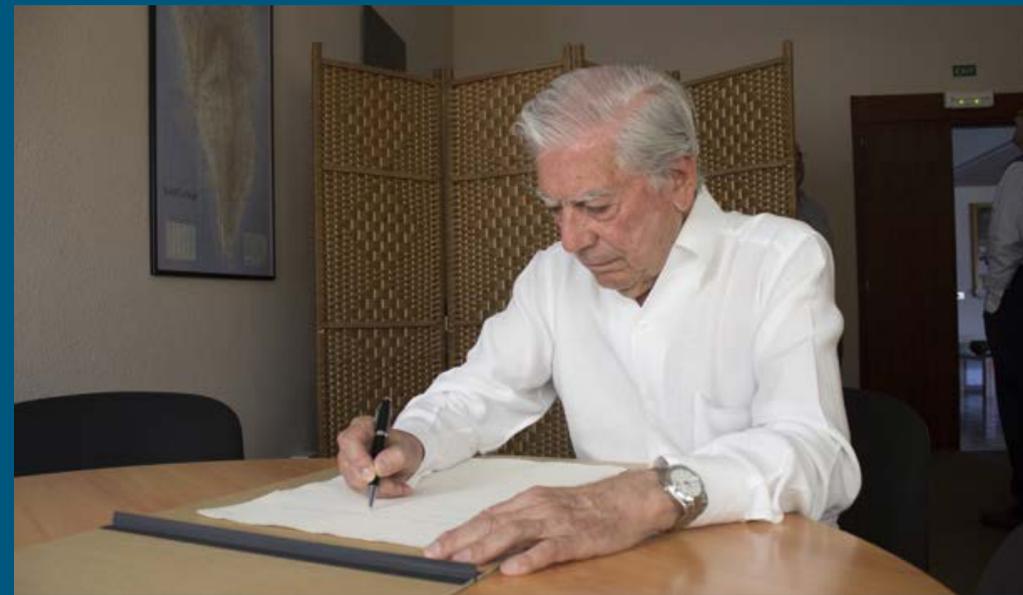
“EN UN LUGAR DEL UNIVERSO...”

CON TEXTOS DE FIGURAS DE LA LITERATURA HISPANOAMERICANA  
INSPIRADOS EN LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS



VISITANTES DE ALTAURA  
**2018**

# Mario Vargas Llosa, premio nobel de Literatura



# “EN UN LUGAR DEL UNIVERSO...”



Ángela Vallvey



Enrique Joven



Nicolás Melini



Juan Cruz  
con Saskia Prins



Rosa Montero



Antonio Tabares  
con Javier Méndez



Juan Jesús Armas Marcelo



Juan Madrid  
con Gloria Andreuzzi y Carmen Padilla



Nicolás Melini  
con Gloria Andreuzzi



Elsa López

# ELSA LÓPEZ: “Amada y las estrellas”

## VISITANTES DE ALTURA

**La escritora palmera Elsa López, Medalla de Oro y Premio Canarias, visitó el Observatorio del Roque de los Muchachos, inaugurando así el proyecto transversal “En un lugar del Universo...”, del IAC en colaboración con las instituciones científicas de los Observatorios de Canarias y el Museo de la Ciencia y el Cosmos, de Museos de Tenerife. “Hay mucha poesía en la Astronomía”, declara Elsa fascinada tras experimentar una noche de observación. Como resultado de la experiencia, escribió para el libro del proyecto el relato del que extraemos el siguiente texto.**

“... Y una mañana, a mediados de febrero, cuando ya los dolores resultaban insoportables y aún le quedaban fuerzas para conducir, se dirigió al Roque de Los Muchachos. Hacía frío y aún quedaban restos de nieve en la carretera entre las piedras rojizas de granzón. Pequeños montículos blancos entre codesos y retamas verdes. Ni una flor aún. Si acaso algún ramo de violetas al borde de la carretera que anunciaba la llegada del buen tiempo. Dentro de poco las laderas de los barrancos estarán tapizadas por ese color malva que las caracteriza y los codesos y las jaras habrán florecido en blanco y amarillo, pero hoy aún quedan restos del invierno y de la última nevada. Pensó. Y miró hacia lo más alto de las montañas. A lo lejos se divisaban los observatorios. Blancos, redondos, inmensos. Y le asaltó la idea de los osos blancos. Solo faltan los osos en medio de la nieve, dijo ya en voz alta. La existencia del gran oso blanco la tranquilizaba.

...

Paró en el repecho de la carretera. Quería ver la Caldera de Taburiente desde lo alto, desde lo más alto. Y allí estaba: grandiosa, oscura, terrible y misteriosa. Y allí debajo, como las islas mágicas de Peter Pan en el País de Nunca Jamás, surgían los picos entre las nubes: El Espigón del Ataúd, La Pared de Roberto, Cumbre Nueva... Desde la cabecera del Barranco del Diablo aquellos picachos oscuros sobresaliendo entre las nubes parecían islas navegando sobre un mar de espuma blanca. Luego, en una curva, aparecieron dos telescopios, el Jacobous Kapteyn y el Isaac Newton. Si, se dijo a sí misma, Herzog tenía razón al declarar que allí la

tecnología estaba a la altura de la naturaleza y ella, una vez más, volvía a comprobarlo con sus propios ojos. Había llegado al Roque de Los Muchachos y a las esferas, a las cúpulas y al camino hasta el Magic I y el Magic II. El viento soplabla y se oía una música especial. Una música extraña como de millones de voces que susurraban cerca de su cabeza. Los dos telescopios estaban parados. Era de día y esperaban a la noche para comenzar a moverse. De día apuntaban al norte; de noche miraban el universo que tenían sobre sus cabezas, medían el cielo y escuchaban la música de las estrellas, las explosiones de los rayos gamma y los demás sonidos que llenaban el universo. Amada se había quedado paralizada escuchando esas voces y mirándose reflejada en los espejos: su cuerpo invertido, su voz proyectada en dirección a la torre. El efecto óptico era espectacular.

Las grajas del Instituto de Astrofísica del Roque de Los Muchachos revoloteaban sin descanso sobre su cabeza. El sol hacía brillar las cúpulas y el fondo del cielo cambiaba la luz a gran velocidad. Los telescopios parecían motas de algodón sobre un paño de cemento gris. De la montaña roja surgía el telescopio nórdico. Más arriba, el Willian Herschel. Amada pensó en Carolina Herschel, en los casos de tantas mujeres relegadas en el mundo de la astronomía y cómo fueron mujeres las que hicieron la clasificación espectral de las estrellas; en cómo la astronomía había servido para medir el tiempo, organizar la navegación, mapear el cielo, buscar el final de las supernovas que nos envían mensajes de la expansión del universo, de estrellas que mueren, de nebulosas planetarias con nombres hermosos como La Nebulosa de la

Roseta; de todo lo que hacen los cazadores de planetas que trabajan de noche en los telescopios. ¿Qué indagan en el cielo? ¿Qué buscan? ¿Qué intentan vislumbrar para nosotros en esa terrible oscuridad del cosmos? Se preguntaba Amada.

Ella sabe solo una parte, lo que le ha contado Juan Carlos Pérez Arencibia cuando la ha llevado a visitarlos. Se los ha mostrado y le ha explicado para lo que sirven. Luego le ha enseñado a mirar el cielo y le ha presentado a algunos de los astrónomos que están de guardia esa noche, la última noche de su vida. Le explica que son astrónomos; que están alerta; que están observando lo que ocurre allá arriba tal y cómo hacen esa noche Pere Blay o Javier Herrera que observan un agujero negro dentro de una galaxia activa. Le cuentan que la noche anterior, en el observatorio donde trabaja Pere hubo una alerta y se hizo el seguimiento de una estrella. Le hablan de lo cuántico, del mundo de lo pequeño, de que somos solo polvo de estrellas y le cuentan maravillosas historias sobre cometas, nebulosas, galaxias, regiones inmensas de polvo con nombres que anuncian prodigios que ella no alcanza a comprender: Cabeza de Caballo, Nebulosa Burbuja... Millones de galaxias a millones de años luz.

Amada no entiende bien lo que le cuentan. Ella solo sabe de su dolor y de su destino. Sabe que va a morir, que ha decidido apagarse como una de esas estrellas. Pero ellos no lo saben. Nadie lo sabrá hasta dentro de millones de años. Ellos no saben que ella va a morir y pasará a convertirse en polvo de estrellas o formará parte, quizá, de esa materia oscura en la que no cree Ricardo Scarpa, el astrónomo italiano que le ha explicado una teoría alternativa sobre la rotación de las galaxias y la materia gravitatoria; que hay fenómenos que no se ven porque son materias oscuras y que, a miles de millones de años luz, existe el núcleo de una galaxia, un agujero negro que devora cuanto toca. No podemos verlo porque es negro, pero está vivo. No es visible, pero existe. Amada cree lo que le cuenta Scarpa. Le gustan las palabras, los sonidos que se propagan al escucharlas: “agujeros negros”, “materias oscuras”, “años luz”...

Sentada delante de un ordenador va siguiendo las explicaciones que le dan los astrónomos. Le enseñan una estrella y ella la ve brillar sobre un fondo naranja. Le dicen que es la estrella la que guía el telescopio que tiene que estar frío para captar la luz. El sensor tiene que estar a -273,15° C. Esa es la muerte térmica. El cero absoluto. No hay nada en la naturaleza que pueda llegar a esa temperatura. Al oírlo, Amada piensa en ella misma; en el color que despedirá su cuerpo cuando esté a millones de años luz y los astrónomos quieran saber si se mueve, si rota, si pesa, si brilla, a qué distancia está, cuál es el perfil de su luz y cómo serán sus vibraciones; cómo serán los sonidos que emita. Por eso y para eso, el Gran Telescopio de Canarias, el más grande del mundo. Y para eso, el espejo primario que recoge la luz, la dirige al espejo secundario y este, a su vez, la redirige al espejo terciario. Lo ha comprendido. Y algo dentro de ella le hace crecer la esperanza. Se sabe preparada y sabe también que su rastro quedará reflejado en el espejo de ese gran telescopio. El espejo buscará las estrellas. OSIRIS, FRIDA, Circe, CanariCam, Megara, EMIR. Y ahora ella, AMADA... La infinidad de las estrellas, la magnitud de las estrellas, la vida y la muerte de las estrellas. El espejo buscará su luz porque su objeto es el cielo y el cielo no desaparece.

El ingeniero Jesús Pérez Padilla le explica cómo funciona el telescopio. Lo que para ella son montañas, precipicios, toboganes, para él es una imagen de un espectro de la luz representada por su longitud de onda. La parte más roja es la más luminosa, es la luz que mejor se detecta. Si la estrella se fuera, no nos llegaría su luz. Le dice. Y le explica cómo se descompone esa luz; de cuántos colores se compone y de cómo esos colores van más allá de lo que podemos ver con nuestros propios

ojos. Saberlo la tranquiliza. Le hablan y hablan y ella lo anota todo en un cuaderno forrado de azul y estrellas plateadas. Pero, realmente, no escribe nada de lo que le cuentan. Solo anota palabras, frases que le abren el camino hacia la luz y que no quiere olvidar para poder repetirías esa misma noche mirando hacia lo alto. Toda esa información le va llegando en forma de palabras y sonidos que son como ráfagas. Ella es una estrella llena de sonidos y cuando ya no esté podrán oírla y sentirla alrededor como ese polvo de estrellas que sueña ser. Cuando haya sido devorada por el gran oso blanco será parte del universo y podrán hacerle un seguimiento desde esos mismos telescopios. Y eso le da fuerzas.

Escucha las explicaciones. Necesita saber más sobre sí misma y en lo que puede convertirse cuando ya los demás piensen que ha dejado de estar viva. La idea de transformarse en una estrella le ha gustado desde que se lo oyó decir una vez a su hermana. Su hermana era astrónoma y sabía muchas cosas que ella no sabía sobre las luces que enviaba el cielo a la tierra. Le obsesionaban las estrellas y la luna desde que era una niña y sus padres la llevaban a la playa que había cerca de su casa y la acostaban en la arena sobre una manta para que se quedara boca arriba. Ella se quedaba dormida a la orilla del agua mirando el cielo tan negro repleto de puntos brillantes que parpadeaban sin cesar.

El sol le atraía también con mucha fuerza pero, al mismo tiempo, le daba miedo. Tanta luz, pensaba, tanta luz para qué.

...

Sonríe al recordar aquella aventura de planetas, estrellas, soles y cristales. Ahora ya sabe algo más sobre el sol y su fuerza. Ha aprendido muchas cosas sobre ella misma, de sus estados de ánimo, de su quietud interior. De sus tristezas. Del arco iris que compone su alma. Ha llegado el momento de mirarse por dentro, de aceptarse, y, por esa razón, ha vuelto a La Palma y ha emprendido el camino hasta El Roque de Los Muchachos, un camino sin regreso posible. Porque la Luna es otra cosa. La oscuridad del mundo es otra cosa. Extiende su manta y se acuesta, boca arriba, mirando las estrellas; mirando el mundo, la oscuridad del mundo. Mira las estrellas, una a una, como cuando era una niña y las contaba y se iba quedando dormida, poco a poco. Las cúpulas de plata, dispersas, extrañas, la rodean. Piensa en las grajas cuando revoloteaban sobre su cabeza esa misma mañana. Las mismas que la acompañaban en sus paseos por el Barranco de Los Hombres; las mismas que se colgaban de los alambres de la luz en su casa, allá en El Tablado en la comarca de Garafía debajo mismo de las cúpulas y el cielo de la isla. Ese cielo cuajado de luces y sonidos de colores que una vez pintó para ella, sin saberlo, Óscar Lorenzo. Oye el zumbido del viento entre los telescopios y piensa en los astrónomos y físicos que la han acompañado explicándole para qué sirven. Piensa en todos ellos, en su trabajo, en una profesión que ella hubiera elegido si hubiera sabido a tiempo lo capacitada que estaba para hacer lo que hubiera querido en la vida. Piensa en las mujeres que se dedicaron a la astronomía durante siglos. Imagina el cielo como un enorme tapiz de colores cosido, puntada a puntada, por todas ellas. Luego cierra los ojos y vuelve a sonreír.

Como un oso gigante, la sombra del Grantecan se va extendiendo sobre ella.

*A Laura y a María Teresa Calero, polvo de estrellas.*

ELSA LÓPEZ

La Palma 21 de octubre de 2016

(Extracto del relato “Amada y las estrellas”, escrito por la autora para el libro *En un lugar del Universo...* del IAC.)



La escritora Elsa López, contemplando el ORM.  
© Antonio González

# NICOLÁS MELINI: “El roque y los muchachos”

VISITANTES DE ALTURA

**Guionista de cine y autor de más de una docena de títulos de novela, poesía y cuento, Nicolás Melini, natural de Santa Cruz de La Palma, es el director del Festival Hispanoamericano de Escritores que nació en Los Llanos de Aridane en 2018 y que ya prepara su sexta edición. Como partícipe del proyecto y libro “En un lugar del Universo...”, escribió el relato inspirado en el Observatorio del Roque de los Muchachos que reproducimos a continuación.**

Jugábamos en la carretera. Los niños por la curva arriba y abajo, junto a los coches que ascendían, la guagua que descendía, los trailers (así los llamábamos) que transportaban el material para la construcción de los telescopios. No sabíamos muy bien dónde los construían: en lo alto de la isla, aunque el lugar tuviese un nombre que sí conocíamos. Tendríamos cuatro o cinco años —no más— cuando se anunció el inicio de las obras. Mirábamos los grandes camiones torcerse con dificultad en la curva cerrada delante de casa y nos preguntábamos por su contenido, tratábamos de adivinar qué eran o para qué servían aquellos gigantescos módulos o las largas varas cubiertas por sofisticados protectores. Aprendimos la palabra telescopio y astrofísico y astrónomo, y mirábamos las estrellas con ingenuidad, sin comprender nada. En el Lomo Machado las casas seguían, entre dos barrancos, precisamente la línea del “lomo” —una casa detrás de otra a lo largo de las sinuosidades de la carretera—, y se alongaban sobre las terrazas plantadas de plataneras, superpuestas ladera abajo hasta interrumpirse en algún punto antes de alcanzar el fondo del barranco. Por la carretera de Las Nieves ascendían las piezas del astrofísico en ciernes, así como la ambulancia, camino del Hospital Virgen de las Nieves, y por la carretera descendían los camiones cargados de piñas de plátano para las empaquetadoras y el puerto. Las Nieves, carretera de Las Nieves, Hospital Virgen de Las Nieves, la iglesia de Las Nieves y, por fin, al final del trayecto de los camiones —pequeña variación—, el Pico de La Nieve (2239 m. s. n. m.), a tan

solo unos kilómetros del Roque de los Muchachos. Los lugares suelen ser así de “endogámicos” con sus nombres, y nosotros éramos unos muchachos que jugaban en la carretera, al borde de la carretera, como si no hubiese el menor peligro. El paso de los camiones tan pesados pronto hizo necesario que los operarios del Cabildo rehicieran el asfalto. Nosotros nos entreteníamos mirando el espectacular chorro de piche negro y caliente, un chorro en triángulo que se adhería humeante a las capas anteriores de piedras y alquitrán. Luego, pasaba la apisonadora (una apisonadora en acción es un gran juguete que mirar), los operarios tendían un manto de grava, y, finalmente, con el rodar de los coches arriba y abajo, la grava acababa en los bordes de la carretera, lugar de peligro para el derrape de nuestras bicicletas y de nosotros mismos cuando llegábamos corriendo. En el centro, la carretera ascendía brillante, más negra, y la grava acumulada en el exterior de las curvas nos ofrecía algún que otro entretenimiento, por muy absurdo o arbitrario que pudiera parecer: aburridos, hacíamos dibujos con una rama o con cualquier palo en los montones de grava; jugábamos al boliche en ellos aunque los coches nos pasaran a un metro y nosotros nos encontrásemos en cuclillas en el borde de la carretera; le dábamos una patada de rabia al montón, por gusto, deshaciendo la armonía de su curvado y dispersando miles de granos por la superficie gris o blanca del cemento de la entrada de las casas. Si matábamos algún lagarto, su cadáver podía acabar en el centro de la carretera, espachurrado por aquellos camiones: alguno de nosotros había querido experimentar la sensación del aplastamiento de un cuerpo bajo una de aquellas ruedas gigantes, había dispuesto el cuerpo del lagarto listo, caput, justo allí por donde solían pasar las ruedas, y los chicos, todos, juntos, habíamos esperado con suspense el primer camión, a ver si, efectivamente, sus ruedas recorrían la trayectoria que deseábamos. Y, si lo hacían, por fin, corríamos a comprobar el destripado resultado, normalmente una lámina roja con la forma de una hoja seca que se hubiese guardado entre las páginas de algún libro, pero con reminiscencias de lagarto visto en planta. Era como ver dibujos animados, pero en serio. Otras veces, el animal muerto era una rata que durante la noche se había visto deslumbrada por los faros de un coche al cruzar la carretera, o una paloma descendida al oscuro para su desaparición bajo las ruedas de los vehículos, uno tras otro pasándoles por encima hasta que no quedaba ni rastro del animal. La vida y la muerte pasaban así ante nuestros ojos. Y nosotros éramos como una de aquellas fotos de niños divirtiéndose en las calles de Nueva York que luego he visto tantas veces, solo que aquello no era Nueva York, sino una isleta atlántica y africana, y las autoridades mundiales se habían puesto de acuerdo para



Carretera del ORM © Ana Lozano



fabricar telescopios lo más cerca del cielo que fuera posible. Y como el ascenso de los pesados camiones hacia el astrofísico venidero era muy frecuente, de vez en cuando, los operarios del Cabildo se veían obligados a empichar la carretera de nuevo, y, piche sobre piche, la carretera se elevó sobre los laterales, creando un absurdo escalón entre la carretera y la entrada de nuestras casas. Nuestras rodillas sangraron muchas veces y aún hoy conservan las cicatrices redondas de las piedritas de grava y de la rugosa superficie de la carretera y de la agreste terminación de esta en los escalones de piche y piedra a la entrada o a la salida, según se mirara: justo allí donde, con demasiada frecuencia, llegaba nuestra carrera antes de entrar o comenzaba nuestra carrera al salir de las casas. Y ese era nuestro universo, el lagarto y el piche y la ventana por la que mamá y la azotea donde el perro y la guagua que sube o baja y la bicicleta y los palos de la carpintería y el sonido de la máquina del “fondo” aplicado a la chapa en el taller de coches de la curva de abajo, y las copas de las plataneras recortadas contra la ladera de un barranco lejanísimo y las copas de las plataneras recortadas contra el mar a la altura del horizonte y el barco de Pinillos o el de Transmediterránea que arribaba a la isla o se marchaba de la isla y el helicóptero de ICONA que sobrevolaba el barrio hacia la montaña desde allá arriba viendo solo barrancos habitados, surcados por carreteras como aquella y por casas autofabricadas como las nuestras. Era divertido el universo nuestro y sus constelaciones. Los detalles del mundo vistos desde la poca estatura de nuestros cuerpos esmirriados: sabíamos que lo que estaban fabricando aquí arriba era importante, pero nunca jugamos a observar las estrellas. Ni siquiera jugamos “a los astronautas” algo parecido. Y, sin embargo, el modo en que explorábamos todo alrededor, hasta hacerlo nuestro, era como se explora más allá en estos telescopios. También el escritor trata de ver allí donde el mundo se hace difuso, un poco más allá de donde comúnmente alcanzamos. Así que supongo que a eso nos dedicamos toda la vida; de niños, los astrónomos y los escritores.

NICOLÁS MELINI

# ANTONIO TABARES: “Mare Tranquillitatis”

**“Ciencia y literatura tienen más en común de lo que a priori parece”, declaró el dramaturgo palmero Antonio Tabares, otro escritor que participó en el proyecto “En un lugar del Universo...”. Su obra de teatro “Mare Tranquillitatis”, que hace referencia al Mar de la Tranquilidad —el lugar donde aterrizó por primera vez una nave tripulada en la superficie de la Luna— transcurre precisamente en el Observatorio del Roque de los Muchachos y trata de la breve estancia de Neil Armstrong en este observatorio con motivo de su participación en el Festival STARMUS de 2011. Esta pieza teatral está enmarcada en una obra colectiva llamada *El mar y las estrellas*, en la que participaron también José Padilla e Irma Correa.**



# ANELIO RODRÍGUEZ CONCEPCIÓN:

“Si la altitud de nuestra isla favorece la investigación astrofísica, ¿por qué vamos a negarnos a participar en esa gran aventura?”

Escritor y natural de Santa Cruz de La Palma, Anelio Rodríguez Concepción ha cultivado diferentes géneros y subgéneros literarios: de la poesía a la narrativa, de la novela al relato corto, del ensayo al artículo de opinión. Doctor en Filología Hispánica y profesor de Lengua y Literatura en el Instituto “Luis Cobiella Cuevas”, de su ciudad natal, compagina la escritura con la pintura y la fotografía. Su obra literaria ha obtenido numerosos reconocimientos, como el premio “Ciudad de Santa Cruz de Tenerife” o el “Tiflos” de Cuentos, convocado por la ONCE. Sus libros han sido traducidos a diversas lenguas y algunos de sus relatos han sido incluidos en destacadas antologías. Anelio es una de las figuras de las letras hispanas que participa en el proyecto transversal del Instituto de Astrofísica de Canarias “En un lugar en el Universo...”. Esta iniciativa combina Literatura y Astronomía y tendrá como resultado la publicación, con fines solidarios, de un volumen con textos inspirados en el Cosmos.

## ¿De qué manera el Observatorio ha estado presente en tu vida?

A principios de los años 80, junto a unos pocos amigos del alma, recorrí a pie el Roque de los Muchachos y sus contornos. Cada vez que subíamos, pernoctábamos en el punto más alto, entre esas pilastras naturales que de lejos parecen personas. La carretera no estaba asfaltada y el camino se hacía penoso, a pie, con tanta tierra y tanto polvo, cargando la mochila llena de pertrechos de excursionista, pero merecía la pena el ascenso si al final se encontraba esa maravilla de la que tanto disfrutábamos. Íbamos en verano, sólo cuando no había luna. Esto es un detalle fundamental. El hecho de que no hubiera luna. Después de gozar la puesta de sol y después de esperar unas horas a que desapareciesen sus reverberaciones, de madrugada teníamos asegurado el espectáculo inigualable de un cielo que no se olvida: una bóveda inmensa, atiborrada de cuerpos luminiscentes, en la que no había lugar para el negro de la noche. Una noche alumbrada por sí misma. Se trata de una experiencia única. Hay que verlo para creerlo. Me tumbaba boca arriba, embutido en el saco de dormir, y sentía, mirando hacia las estrellas, que mi cuerpo podía caerse de un momento a otro. Sí, digo bien: caerse hacia arriba,

hacia lo más alto. Además de ese vértigo extraño, puedes sentir que, a pesar de tu insignificancia, estás interrelacionado con el discurrir del firmamento. Todo ello forma parte de mis recuerdos más emocionantes como una revelación turbadora pero necesaria. Esa visión me acompañará siempre. Igual que la del nacimiento de mi hija. Son cosas que marcan y te ponen en tu sitio.

## Desde tu punto de vista, ¿qué significa el Observatorio para La Palma?

Somos isla, ojo. Isla pequeña, perdida en el borde del mapamundi. Y sin embargo somos aglutinante de una inmensidad difícil de concretar. En medio, entre el suelo que pisamos y la inmensidad que nos sobrepasa, está el Observatorio. El Observatorio nos pone en contacto con el exterior, tanto el espacio infinito que remolonea en lo más alto como el contexto científico internacional, ese flujo de investigaciones compartidas y bienintencionadas que hermanan a los seres humanos más allá de los juegos de la diplomacia o de la política. Las naciones que trabajan en este entorno específico, que es nuestro y es también del mundo entero, se unen en lo esencial y ofrecen la faceta más hermosa del conocimiento. El Observatorio atesora todo eso y, a la vez, forma parte ya del propio paisaje. Las rocas, la vegetación insólita, las lentes y los espejos vueltos hacia arriba, los estudiosos con sus cálculos y sus ordenadores, el aire liviano, la transparencia, el azul, los caminos que ascienden y confluyen... La Palma está ahí: naturaleza imponente y humanidad afanosa.

## ¿Es partidario de que se instalen nuevos telescopios y nuevas infraestructuras, como el TMT, en La Palma?

Pues claro que sí. Las infraestructuras sostienen cada uno de los desafíos del estudio puro y duro. Los conceptos, los cálculos, las hipótesis requieren la fiabilidad de un soporte técnico con el personal adecuado. Sobre esto no hay vuelta de hoja. Me parece bien todo lo que tenga que ver con la observación objetiva del espacio, se haga



aquí o en el otro lado del planeta. Si la altitud de nuestra isla favorece la investigación astrofísica, ¿por qué vamos a negarnos a participar en esa gran aventura? Confío en la palabra de los científicos de élite, hablen el idioma que hablen. No son cuatro locos ni cuatro mindundis caídos de un guindo. Ellos apuestan en firme por La Palma, y su compromiso viene cargado de sensatez y de sabiduría, tan necesarias en estos tiempos de confusión que nos toca vivir. De poco para acá nos hemos ido acostumbrando a los estragos de la posverdad, imposición de un vocerío repartido a granel en las redes sociales por masas de analfabetos funcionales entregados al narcisismo, al pataleo frívolo e incluso a un puritanismo controlador de nuevo cuño, bien desde la derecha, bien desde la izquierda. Ahora que crece el desconcierto en torno a una realidad paralela, guiada torticeramente por la mediocridad y el populismo de los líderes políticos más significados, el trabajo de los científicos de primer nivel adquiere el plus de un valor ético sin fisuras. Ante los peligros de un batiburrillo de falsas informaciones que conducen al adocenamiento y a la polarización ideológica, confío cada vez más en la excelencia de quienes se dedican a estudiar y a hacer preguntas de hondo calado.

## ¿Por qué crees que todavía hay palmeros que “ven lejano o ajeno” el complejo astrofísico del Roque de Los Muchachos?

La Palma –la isla y la gente que la habita– lleva siglos sobreviviendo a sus propias contradicciones: es liberal y es conservadora, abierta y ombliguista, dinámica y flemática, flexible y tiquismiquis. Todo eso nos

convierte en algo especial e inclasificable y puede explicar en parte que aún haya algún gesto de escepticismo –lo que, a mi modesto entender, no puede representar, ni mucho menos, a la mayoría–. No es fácil explicar el trajín de un conjunto de telescopios portentosos, y está claro que cuesta asimilarlo de buenas a primeras. Quizá durante un par de décadas haya faltado algo más de contacto entre la comunidad científica y la ciudadanía, pero doy fe de que en los últimos años ese descuido inicial se ha superado con creces, diría que definitivamente. Por otro lado, hay que reconocer que tantos kilómetros de carretera empinadísima con tanta curva suelen quitar las ganas de darse un paseo por encima de las nubes, y esa circunstancia, el hecho de que no frecuentemos la zona, habrá aumentado la sensación de distanciamiento que, repito, no afecta a todos por igual.

## Como profesor de instituto de Lengua y Literatura, ¿de qué manera crees que la Ciencia puede aprovecharse de las Humanidades para acercar el conocimiento científico, especialmente, a la población más joven?

El desarrollo de las Humanidades hoy pasa por un período de crisis del que nadie sale indemne. Las instituciones administrativas y políticas las han ido despojando de relevancia, y lo han hecho y lo hacen con una meticulosidad que pone los pelos de punta, desacreditando a conciencia los pilares de una cultura secular. ¿Y por qué? Porque muchos de los que tienen la sartén por el

## VISITANTES DE ALTURA

mango piensan que las Humanidades son inútiles y que, peor aún, el utilitarismo es la panacea universal. Así, por ejemplo, en los planes de estudio más recientes se ha debilitado la presencia de las asignaturas de Filosofía, Latín y Griego. Se las quieren cargar, a cualquier precio, y esto desestabiliza el entramado psicosocial del que formamos parte. La pérdida de tan importante soporte formativo es causa y sintoma de algo muy gordo que tarde o temprano provoca una deriva, un lento descalabro del que ya somos testigos. Así que yo haría la pregunta al revés: ¿de qué manera las Humanidades pueden aprovecharse de la Ciencia para acercar el conocimiento humanístico a los jóvenes? Puedes estar seguro de que las palabras siguen teniendo el mismo peso de siempre: cargadas de emoción y de poder comunicador, nos ayudan a canalizar todo cuanto procesan nuestros sentidos. En fin, como bien sabes, el diálogo Ciencias-Humanidades es inevitable. No tiene por qué haber un abismo entre ambos campos de reflexión. Al contrario, deberían retroalimentarse sin problemas. En la Grecia clásica no se entendía una vocación sin la otra, y a lo largo de la Historia han destacado grandes científicos capaces de moverse con comodidad en el terreno de las letras. En el siglo XX proliferaron con éxito. En España, sin ir más lejos, los ensayos de Ramón y Cajal y Gregorio Marañón influyeron en varias generaciones de lectores; y, a gran escala, la inventiva de Isaac Asimov, los textos de Gerald Durrell y los proyectos bibliográficos y televisivos de Carl Sagan, por citar otros tres modelos de prestigio, marcaron una época en paralelo a los hitos del desarrollo tecnológico y en respuesta a las grandes incógnitas suscitadas después del horror de la II Guerra Mundial. Hoy en día esas confluencias de las letras y las ciencias pueden darse con un sentido divulgativo eficaz gracias a los recursos técnicos audiovisuales, que parecen inagotables. Además está el fascinante género narrativo de la ciencia-ficción, que estimula el interés por los logros científicos del mismo modo que alerta sobre los peligros de ciertas líneas de acción, como las encaminadas hacia la inteligencia artificial (recordemos cómo se plantean dilemas morales sobre este tema en los relatos de Arthur C. Clarke o Philip K. Dick).



### ¿Qué similitudes aprecias entre tu trabajo de escritor y el de los astrónomos?

Muchas, desde luego. Pienso en las incontables horas de labor tenaz, en la sombra. Pienso en las dudas que nos hacen trastabillar y sin embargo nos obligan a seguir adelante. Dudas a punta de pala. Están también los chispazos de la intuición que te trae y te lleva no siempre por la vía esperada. Lo que mueve a los astrónomos y a los verdaderos escritores no tiene nada que ver con el sentido utilitarista, ni con el ánimo de lucro, ni con el anhelo de notoriedad social. Cada cual busca una verdad redentora. La verdad con mayúsculas, escurridiza como ella sola, se encuentra en cualquier mínimo aspecto de lo que nos rodea o nos atañe. Y detrás de esa verdad podemos encontrar el halo de la belleza, que es algo mágico, liberador, euforizante, porque nos ayuda a exorcizar el temor a la muerte y en general a lo desconocido.

### Desde tu mirada de pintor y fotógrafo, ¿qué elementos o cualidades destacarías del Observatorio si quisieras retratarlo?

Es evidente la implicación del Observatorio como entidad indisoluble del entorno de las cumbres. Parece que lleva ahí toda la vida, como una fuerza telúrica más con su propia evolución física. Las tonalidades de las rocas y de las plantas arrojan el blanco y el resplandor metálico de las instalaciones. Todo ello interactúa. La agreste irregularidad de las formas naturales resalta el orden geométrico de las construcciones y los espejos, y viceversa. Esa convivencia adquiere sentido cuando contemplas la majestuosidad del cielo, lleno de orden y de devaneos que hay que saber interpretar. Ahora bien, aun con todo lo que acabo de decir, que ya es materia de envergadura para un buen cuadro o una buena fotografía, creo que lo más interesante está en los rostros de las personas que sostienen ese ambiente de estudio del firmamento. Los enigmas poéticos de la tierra y del cielo se esbozan en sus rasgos faciales, en sus gestos, en el brillo de sus ojos. Nada hay más sugestivo que el rostro humano. Empezaría y acabaría por ahí: por retratar los rostros de hombres o mujeres de cualquier procedencia, se dediquen a la investigación o formen parte del personal de mantenimiento del complejo astrofísico, unidos todos en un empeño extraordinario que no deja de admirarme.

### Y, como escritor, ¿qué historia o relato te sugiere el lugar?

Uno que ya he escrito y que toma prestadas las impresiones vividas en aquellas visitas juveniles, mochila al hombro, de principios de los 80. Un relato aún inédito que aborda el tema de la orfandad y de la búsqueda de un sentido vital cuando más falta hace. Miramos al cielo para poder responder a las preguntas esenciales: ¿qué soy?, ¿de dónde vengo? Queremos reconocer la autoría del misterio que nos ha traído hasta aquí. Pero, claro, el cielo nunca responde categóricamente. No es un oráculo. Te ofrece pistas, a menudo desconcertantes, para que montes el puzzle por tu propia cuenta. Al llegar a sus últimas páginas, el lector comprueba que el relato queda abierto y al mismo tiempo contiene el aldabonazo de una revelación. Espero que esa ambivalencia final actúe como una sacudida.

Entrevista realizada por IVÁN JIMÉNEZ  
periodista de la UC3/IAC

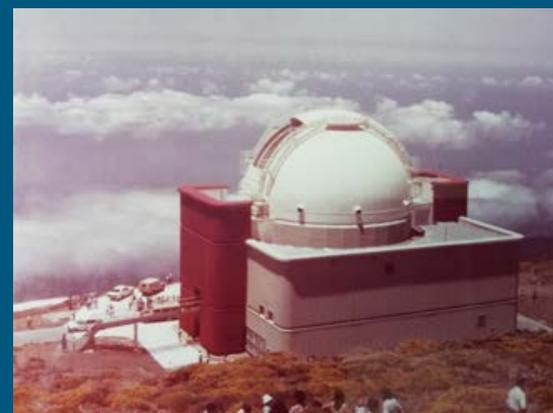
# RICARDO HERNÁNDEZ BRAVO:

“...donde la luz imanta ojos...”

El profesor y poeta palmero Ricardo Hernández Bravo recuerda los primeros años del Observatorio del Roque de los Muchachos, de cuya época son las fotografías que ilustran esta página: las solemnes inauguraciones de 1985, la torre solar sueca (SVST), el telescopio Isaac Newton (INT), con parte de su edificio aún de color rojo, y la construcción del telescopio William Herschel (WHT). Más de tres décadas después, este escritor participaría en el proyecto del IAC “En un lugar del Universo...” y volvería a contemplar la tierra y el cielo. Como recoge en sus poemas, “...pues ya no sacia / su humilde transparencia en este vaso / bebe el agua marciana / coloniza su luz extraterrestre” (astrofísica 1, de *Pausa para anunciar*), y “Boca arriba en los sacos, / donde el verano tiende los cuerpos a la noche, / donde la luz imanta ojos / tenso hacia lo alto / el arco sin flechas” (de *El ojo entornado*).



Fotos antiguas del Observatorio del Roque de los Muchachos, cortesía de Ricardo Hernández Bravo. La última, foto reciente del escritor en el ORM.





Participantes del primer Festival Hispanoamericano de Escritores junto al Gran Telescopio Canarias

FESTIVAL HISPANOAMERICANO DE ESCRITORES DE LA PALMA



Carmen Posadas



Mónica Lavín

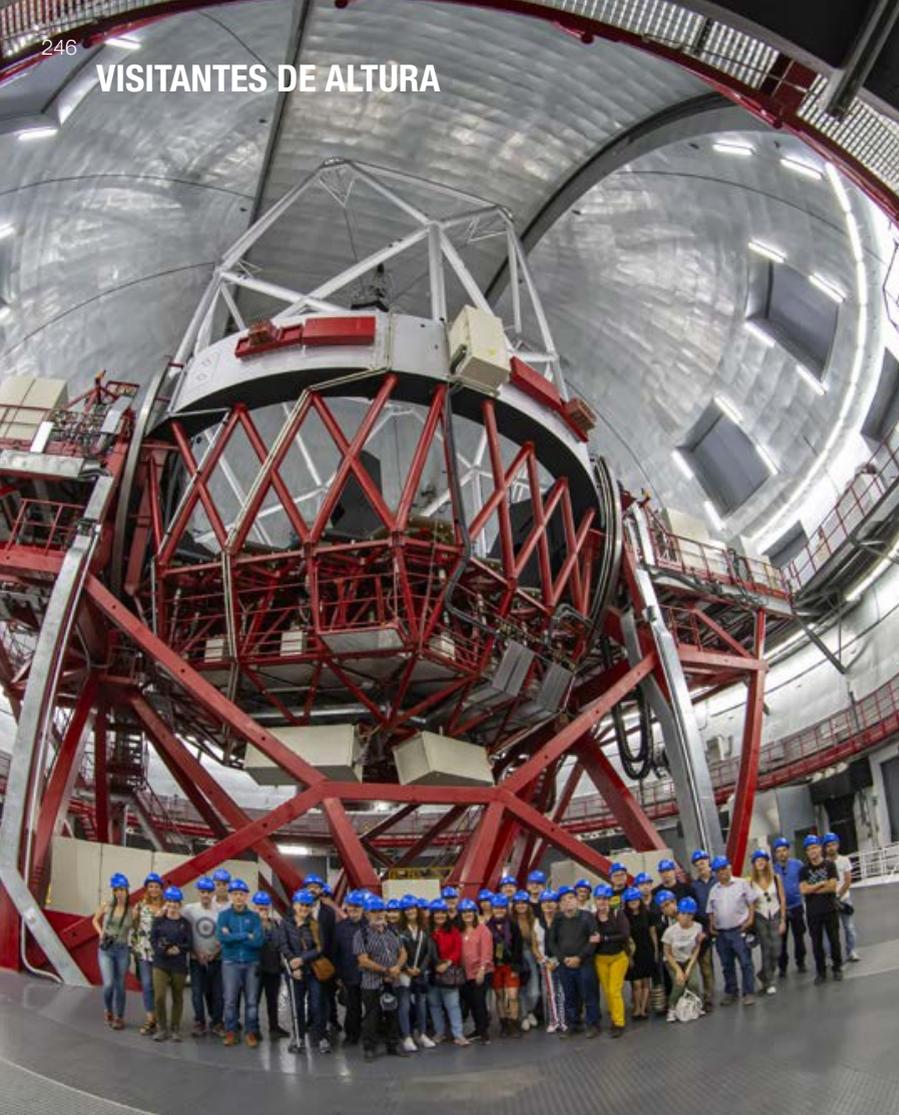


Alberto Ruy-Sánchez



Santiago Gil  
con Angélica Castellano

### VISITANTES DE ALTURA



### MESAS REDONDAS EN LOS LLANOS DE ARIDANE

2018



FESTIVAL  
HISPANOAMERICANO  
DE ESCRITORES  
18-22 DE SEPTIEMBRE | LOS LLANOS DE ARIDANE  
2018 | LA PALMA



2020



En esta y en las anteriores páginas se muestran fotos de los escritores que participaron en el proyecto "En un lugar del Universo..." y de los que visitaron La Palma con motivo del Festival Hispanoamericano de Escritores.  
FOTOS: Juancho García, Antonio González, Daniel López, Natalia Morales, Carmen del Puerto y Montaña Pulido.

2019



2022



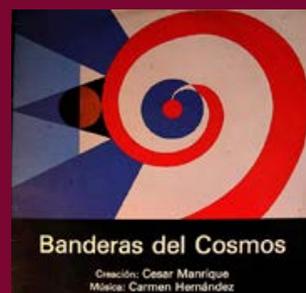
2023



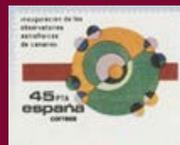
# ARTE EN EL ROQUE

## “LAS BANDERAS DEL COSMOS” Y “MONUMENTO AL INFINITO”

Los vientos del Roque hicieron que Io, Caronte, Deimos, Calisto, Titanio, Ganímedes, Tritón, Titán y Fobos ondearan un 29 de junio de 1985, día de la inauguración del Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma. **César Manrique** había diseñado estas “Banderas del Cosmos” inspiradas en satélites de planetas para aportar al momento un “concepto internacionalista”. Junto a ellas y a la música que **Carmen Hernández** compuso para la ocasión, el artista lanzaroteño forjó una estructura de hierro como “Monumento al Infinito”, que cuatro décadas después sigue atrayendo las miradas. Esta apertura solemne fue incluso conmemorada por Correos con unos sellos reivindicando ya el comienzo de un camino que llevaría al archipiélago a convertirse en un punto de encuentro de la comunidad astronómica internacional.



Portada del disco “Banderas del Cosmos”, encargado por César Manrique a la compositora Carmen Hernández.



Arte y Ciencia se han dado de la mano a lo largo de toda la existencia del Observatorio del Roque de los Muchachos. “*Soul of Sol*”, de la creadora australiana **Jessie Hughes**, mostró cómo la libertad artística podía brotar a raíz de millones de datos generados con el Gran Telescopio Canarias. Fue posible por la beca START TECHNARTE LA PALMA, un programa que busca fomentar la conjunción de estas dos disciplinas en observatorios astronómicos.

## RESIDENCIA ARTÍSTICA EN EL ORM



Tapices del pintor y grabador Manuel Miralles en la Residencia del ORM.

## PATRIMONIO ARTÍSTICO

Como recoge el proyecto “Identificación, clasificación, valoración y propuestas de medidas para la conservación de litografías y otras obras del Instituto de Astrofísica de Canarias”, dirigido por la doctora **Elisa María Díaz González**, del Departamento de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna, diversas tipologías conforman el patrimonio de este centro de investigación, como la obra seriada de artistas nacionales e internacionales de reconocido prestigio, que utilizan técnicas de grabado calcográfico y técnicas de estampación planas en su universo gráfico. Estos bienes culturales patrimoniales catalogados (247 obras: 235 estampas, 5 esculturas, 4 pinturas, 2 tapices y 1 libro) forman parte de la colección del IAC, varios de ellos en el Observatorio del Roque de los Muchachos, como los dos tapices de Manuel Miralles en la Residencia, y proceden de diversas donaciones recibidas desde sus inicios.

## VIDEOMAPPING “LA ISLA QUE TE ILUMINA”



El Gran Telescopio Canarias (GTC) colabora en proyectos de videomapping, como el titulado “La Isla que te ilumina”, un espectáculo de luz, color, sonido e imagen organizado por el Ayuntamiento de Santa Cruz de La Palma con motivo del encendido de luces navideñas. En 2022, este videomapping se proyectó sobre la fachada del edificio de Correos Palma. La puesta en escena, de los creadores **Rodrigo Tamariz** y **Virginia Urdiales**, contó con el asesoramiento de Carlos de León y la participación de la Escuela de Arte Manolo Blahnik, la agrupación musical de Los Divinos de San Francisco y la narradora palmera Leyre González González, además del GTC. GRANTECAN también colabora en el Festival de Artes Visuales y Escénicas (FAVE) de Santa Cruz de La Palma.

## “AWARA”, MODA EN LAS ALTURAS

Los antiguos aborígenes de la Isla Bonita, el pueblo awara, eran perfectos conocedores de los eventos astronómicos como los solsticios y los equinoccios. “Awara” es el título del proyecto de moda sostenible del diseñador palmero **Andrés Acosta**, que tomó vida en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Las protagonistas fueron las *top models* **Clara Alonso**, **Marta Ortiz** y **Cristina Tosio**. Rodeadas de la infraestructura científica más importante de España y una de las más importantes de Europa, se metieron en la piel de tres musas aborígenes para dar a conocer un nuevo proyecto en el que la isla de La Palma, su historia, su naturaleza y su cielo único en el mundo inspiran al creador canario y rinden homenaje a su isla natal y a la herencia de los awara.



# ESTRELLAS MUSICALES



## Brian May

Sir Brian Harold May, músico y doctor en Astrofísica, mantiene, desde hace años, un importante vínculo con el Archipiélago canario. Realizó parte de sus investigaciones en el Observatorio del Teide, en Tenerife, durante los años 1971 y 1972, bajo la co-supervisión del director fundador del IAC, Francisco Sánchez. Poco después dejó sus estudios doctorales para formar parte de la mítica banda de rock Queen. En 2006, retomó la actividad científica y realizó nuevas observaciones desde el Observatorio del Roque de los Muchachos, con el TNG. Un año después obtuvo finalmente su doctorado sobre las velocidades radiales de la nube de polvo zodiacal por el Imperial College de Londres y asistió a la primera luz del GTC. Gracias a sus numerosas visitas a las Islas, Brian May siempre ha creído en las posibilidades de Canarias como destino científico y como lugar ideal para materializar un encuentro como el Festival Starmus, del que es socio fundador junto con el investigador del IAC Garik Israelian. También ha elegido el Observatorio del Roque de Los Muchachos y el Teide para grabar el tema “Another World”, mostrando la belleza de los paisajes insulares y uno de los mejores cielos del mundo para la observación astronómica. (En la foto, con el rey Felipe VI y Francisco Sánchez, en 2015, en La Palma, y fotograma del vídeo musical de su último tema).



## Jean-Michel Jarre



El compositor e intérprete francés Jean-Michel Jarre, uno de los pioneros de la música electrónica, visitó en 2008 los Observatorios de La Palma y Tenerife en busca de la inspiración necesaria para culminar la preparación del concierto “La Música de las Estrellas”.



## La Oreja de Van Gogh

Los componentes del grupo musical vasco La Oreja de Van Gogh visitó el ORM en 2017. Además de acceder a los telescopios, entre ellos el GTC, hicieron una observación nocturna, como muestran las fotografías.

# MÚSICA EN EL GTC



## LA “HEROICA” DE BEETHOVEN

En 2020, la Orquesta Sinfónica de Tenerife conmemoró el 250 Aniversario de Ludwig van Beethoven con una actuación memorable en el Gran Telescopio Canarias (GTC), una apuesta del área de Cultura y Patrimonio del Cabildo de La Palma, con la colaboración del Patronato Insular de Música del Cabildo de Tenerife y la Viceconsejería de Cultura del Gobierno de Canarias. Bajo la dirección de **Víctor Pablo Pérez**, se grabó la sinfonía nº 3 en Mi bemol mayor op. 55, “Heroica”. El Cabildo de La Palma estrenó el 5 de mayo de 2022, en la Fundación CajaCanarias en Santa Cruz de La Palma, el documental “Big Bang Beethoven”, basado en la grabación que realizó la Orquesta Sinfónica de Tenerife en el interior del telescopio, “un hecho cultural sin precedentes”, según **Jovita Monterrey**, consejera de Cultura del Cabildo palmero. El material audiovisual, creado en honor al famoso compositor alemán, ha recibido apoyo por parte del Cabildo de La Palma, el Cabildo de Tenerife, Grantecan y el IAC.

## HOMENAJE A CAMILLE SAINT-SAËNS

El 30 de julio de 2022, el quinteto de cuerda de Gran Canaria y el pianista **Víctor Naranjo** ofrecieron, en el Museo Insular del Cabildo de La Palma, una conferencia concierto homenaje al compositor Camille Saint-Saëns, en la que se proyectaron imágenes del cielo de Canarias, cedidas por el IAC. Este compositor francés .  
AÑADIR

**HOMENAJE AL COMPOSITOR Camille Saint-Saëns**

20:00h  
**SÁBADO 30 JULIO 2022**

**Conferencia - Concierto**  
con imágenes de los cielos de Canarias en colaboración con el Instituto de Astrofísica de Canarias.

**Música:** C. Saint-Saëns, Bernardino Valle, Ferrnina Henríquez, José y Andrés García de la Torre y Teobaldo Power.

Quinteto de Cuerda de Gran Canaria.  
Víctor Naranjo. Piano

**Dirección artística:**  
Dionisio Rodríguez

MUSEO INSULAR - PLAZA DE SAN FRANCISCO - SANTA CRUZ DE LA PALMA

ENTRADA GRATUITA  
MUSEO INSULAR  
Cabildo de La Palma  
Cabildo de Tenerife  
Instituto de Astrofísica de Canarias

# PROYECTOS MULTIDISCIPLINARES



## “SOBREVUELO DE CUATRO HOMBRES-PÁJARO SOBRE EL ORM”

La lluvia de las Perseidas de 2016 puso en el cielo de la isla canaria de La Palma a cuatro inesperadas ‘lágrimas de San Lorenzo’: los saltadores Jokke Sommer (Noruega), Marco Waltenspiel y Georg Lettner (Austria) y el español Armando del Rey. Estos cuatro hombres-pájaro quisieron rendir homenaje a este espectacular fenómeno astronómico realizando un vuelo con su traje de alas, fundiéndose con la lluvia de estrellas y atravesando el cielo más limpio del hemisferio norte para la observación astronómica. Los cuatro atletas saltaron desde la aeronave T-21 del Mando Aéreo de Canarias a 1.800 m de altura sobre el nivel del Roque, alcanzando los 170 km/h y sobrevolando el Observatorio del Roque de los Muchachos y su Gran Telescopio de Canarias (GTC), el mayor telescopio óptico del mundo. Iluminados con trajes de LED, los saltadores compartieron protagonismo con las Perseidas, en una noche en la que pudieron observarse hasta 500 meteoros por hora, un fenómeno que se produce por el paso del cometa Swift-Tuttle y que ese año pudo verse con cinco veces más intensidad de lo habitual. En este evento, patrocinado por la compañía austriaca de bebidas energéticas Red Bull, colaboraron el IAC, el Cabildo Insular de La Palma y el Ejército del Aire.



## “TRANSVULCANIA”

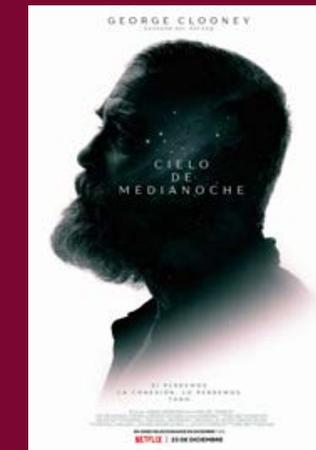
El Gran Telescopio Canarias (GTC) colaboró en 2018 en la décima edición de la Transvulcania Naviera Armas, que llevaba por lema *Space Runners* (Corredores del Espacio). La presentación oficial de este evento -carrera de larga distancia, considerada por su longitud, una longitud de 74,6 km y por su desnivel acumulado de 8525 m, una de las ultramaratonas de montaña más duras de las Islas Canarias y una de las más importantes de España- se realizó desde el interior del telescopio. Según Romano Corradi, director del GTC, “el espíritu de la Transvulcania refleja muy bien y se asemeja a la misión de este telescopio, llegar más lejos, con más conocimiento y en la mejor forma a los confines del Universo”. Y se dedicó al evento la imagen de la galaxia NGC 493, la más profunda del Cosmos observada desde este telescopio y ahora apodada “La Galaxia de la Transvulcania”. El GTC ha seguido colaborando en posteriores ediciones.



# ESCENARIOS DE CINE

## “CIELO DE MEDIANOCHE”

Aprovechando el encanto natural que ofrece el Roque de los Muchachos, el territorio ha sido empleado como plató de grabación en múltiples ocasiones. En el 2020 se lanzó la película “Cielo de Medianoche”, protagonizada por **George Clooney**, una adaptación de la novela del escritor **Lily Brooks-Dalton** ‘Good Morning, Midnight’. Narra la historia de un científico solitario en el Ártico (Clooney) que intenta impedir a una tripulación espacial el retorno a la Tierra después de una catástrofe global. Gran parte del metraje ha sido filmado en el Observatorio del Roque de los Muchachos, aprovechando las cúpulas de los telescopios para simular una estación científica en el Círculo Polar Ártico. La película se estrenó en diciembre de 2020 y disponible en Netflix.



## LAS AVENTURAS DE TADEO JONES EN EL GTC

El programa televisivo «Descubre con Tadeo» acercó, a través del Gran Telescopio Canarias (GTC), el trabajo de investigación que se desarrolla en La Palma a los más pequeños.

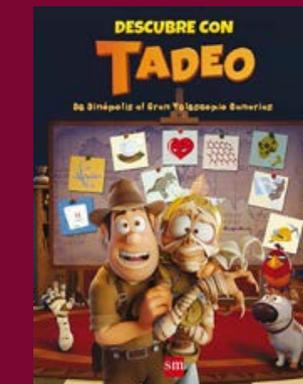


## “THE WITCHER”

Del mismo modo, la reconocida serie ‘The Witcher’, lanzada en 2019 para Netflix, basada en la serie de novelas fantásticas del autor polaco **Andrzej Sapkowski**, ha sido filmada utilizando los paisajes naturales de todo el Archipiélago canario. Desde las dunas de Maspalomas hasta La Zarza en Tenerife, llegando a los bosques de La Palma y, en lo más alto de la isla, el Roque de los Muchachos, en el cual cobraron vida las montañas ficticias de Caingorn.

## “LAS LEYES DE LA TERMODINÁMICA”

El Observatorio del Roque de los Muchachos no solo es un lugar icónico para la observación del Universo y la producción de cine, sino también ha sido el anfitrión de la premiere de la película “Las leyes de la termodinámica”, dirigida por el grancañario **Mateo Gil**. La película combina la comedia romántica con el documental científico, incluyendo declaraciones de científicos provenientes del IAC, GRANTECAN, el Museo de la Ciencia y el Cosmos y la Universidad de La Laguna.



## “LABORATORIO DE CINE BAJO LAS ESTRELLAS”

El festival palmero ASTROFEST suele organizar en sus ediciones un “Laboratorio de Cine Bajo las Estrellas”, en el Teatro Chico de Santa Cruz de La Palma. En 2022, los participantes mostraron los cortometrajes elaborados durante la semana del festival. Además, estuvo presente el cineasta canadiense **Alison McAlpine**. Durante el evento, se presentó también la serie documental “Territorio Gravedad”, una producción para televisión sobre el Cosmos, creada por el CSIC y Lipssync Medialab, con la colaboración del IAC y del GTC.

# La ASTROFÍSICA: una oportunidad para un nuevo modelo económico



En medio de esta nueva era que se abre paso sin visos de interrupciones, surgen dudas e incertidumbres sobre lo que nos depara el futuro. Es entonces cuando se requiere la audacia para vislumbrar nuevos caminos y el valor para adentrarse en ellos.

Desde el punto de vista económico, y sin ánimo de caer en el discurso catastrofista, Canarias se presenta como un territorio atenazado por serias vulnerabilidades. La rotundidad de las amenazas que acechan a un territorio fragmentado como el nuestro nos ha llevado a frecuentar conceptos como crisis hídrica o habitacional, por citar solo algunas de las diferentes dimensiones de un mismo problema, o la capacidad de carga de nuestro territorio insular.

Sin ignorar la extrema complejidad que supone reorientar el rumbo, puede ser útil identificar los puntos de apoyo que el genial matemático griego Arquímedes reclamaba para poder mover el mundo. En este sentido, y dentro de ese nuevo marco de valores y principios desde el que debe engendrarse un “nuevo modelo”, la sostenibilidad, en sentido amplio, esto es, no solo económica sino igualmente social y por supuesto medioambiental, juegan un rol crucial. Si buscamos opciones nuevas que al tiempo que atienden las necesidades humanas respeten las relaciones comunitarias y encajen con el medio natural que lo sustenta, parece incuestionable que el conocimiento es un elemento básico. Reconociendo el incalculable valor del saber que reside en las tradiciones y las diferentes manifestaciones culturales que constituyen el acervo inmaterial de cualquier comunidad, es la Ciencia un camino irrenunciable por el que transitar para esa búsqueda de nuevos caminos.

No se me ocurre mejor ejemplo para explorar nuevas vías sostenibles en Canarias, y de manera muy particular en la isla de La Palma, que analizar el papel que la astrofísica como motor de desarrollo sostenible basado en el maridaje entre Ciencia y Naturaleza.

Atendiendo a los últimos datos oficiales publicados por el Instituto Canario de Estadística (ISTAC) referidos al año 2021 extraídos de las estimaciones insulares armonizadas de la Contabilidad Regional de España, la actividad productiva de La Palma se concentra en los servicios prestados por las distintas administraciones públicas (36% del Valor añadido Bruto, VAB), seguido por los servicios relacionados con la actividad comercial, de transporte, hostelería y actividades de información y comunicación (23,1%), las actividades financieras, de servicios inmobiliarios y profesionales (19,6%), la construcción (7,9%), la industria, principalmente agroalimentaria (6,8%), y la agricultura, ganadería y pesca (6,6%). Muy similares son los pesos relativos de

esas ramas de actividad si atendemos a la contribución al empleo de cada una de ellas.

Esta radiografía de la estructura económica de La Palma evidencia la estrecha dependencia de lo que ocurre fuera de la isla. Los recursos públicos destinados para la financiación de los servicios básicos de educación, salud y el mantenimiento de una administración pública fuertemente descentralizada son, junto a una agricultura principalmente orientada a la exportación, los motores fundamentales de la economía palmera. Este modelo, al que podríamos añadir la apuesta creciente por potenciar una actividad turística igualmente condicionada por los vaivenes del ciclo económico internacional, profundiza y consolida algunas de las vulnerabilidades de la Isla. Una dependencia de lo que ocurre fuera que limita sobre la capacidad de ofrecer una respuesta propia ante posibles eventualidades. Así, se plantean interrogantes que deben ser atendidos como: ¿qué pasaría si se corta el grifo de la financiación pública ante una Administración fuertemente endeudada a la que se le impusiese mayor disciplina presupuestaria?, o bien, ¿qué sostenibilidad ofrece un modelo agrícola basado en la exportación de agua en una región especializada en cultivos tan dependiente de este recurso que ahora parece hemos descubierto es limitado?

Parece que hemos dejado en manos de otros la capacidad de la Isla para poder generar riqueza y bienestar. ¿Existen otras vías que ayuden a recuperar cierta soberanía económica? En el caso de una isla de la dimensión de La Palma y con una población que ronda los 85.000 habitantes, pueden barajarse opciones que si bien no son suficientes para “sustituir” la especialización actual, sí pueden contribuir sustancialmente a generar valor añadido, crear empleo y aportar recursos a las administraciones públicas. Pero más allá de esa contribución cuantitativa, existe una aportación cualitativa en ciertos intangibles que pueden resultar de extraordinaria utilidad para repensar el futuro económico de la Isla. En particular, la excelencia científica vinculada a la actividad astrofísica desarrollada en el Observatorio del Roque de los Muchachos pueden actuar como palanca que permitiese desplegar una red de servicios y actividades por el conjunto de la Isla con ese hilo conductor relacionado con la ciencia y el cielo palmero. El astroturismo es un ejemplo de cómo rediseñar una oferta de servicios turísticos vinculados al conocimiento científico de primer nivel. Sin duda, habría que echarle imaginación y configurar un nuevo paquete turístico que aprovecharse los recursos naturales (cielo), técnicos (instalaciones e infraestructuras disponibles) y humanas (personal científico) para que la Astrofísica deje de ser simplemente lo que hacen unos pocos dentro de unas instalaciones y se conviertan en una seña de identidad del palmero de a pie. Muestras sobradas han dado del orgullo por su realidad, pero está aún pendiente la asimilación de que la Ciencia desarrollada desde su Isla es una oportunidad inigualable e impensable, un regalo nunca mejor dicho caído del cielo.

El binomio Ciencia y Naturaleza que es capaz de ofrecer La Palma es un tesoro por descubrir. Muchas son las bondades que pueden intuirse se lograrían, y que van más allá de un nuevo servicio turístico. Cuesta creer que esa inmensa cantidad de conocimiento acumulado que orbita entorno a la Astrofísica no se haya desbordado fuera de los observatorios y despachos y hayan dado pie a la creación de proyectos científicos-tecnológicos. En unos tiempos como los actuales donde la generación de conocimiento puede realizarse desde cualquier lugar del planeta aprovechando las tecnologías de la comunicación, una pregunta interesante es: ¿cómo es posible que con el capital humano que rodea la investigación astronómica no se hayan generado las sinergias que deriven en un mayor aprovechamiento por la sociedad palmera? Y no se trata de “exprimir” a una gallina de huevos de oro, sino de alimentarla para obtener provecho compartido de ella.

Sin lugar a dudas, el día a día de la actividad desarrollada en torno a la astrofísica en La Palma ya proporciona suculentas contribuciones a la sociedad palmera. Atendiendo a los resultados relativos al año 2016 presentados en el estudio sobre “El Impacto Económico y Social de la Astrofísica en Canarias”, esta actividad científica, indiscutiblemente reconocida a nivel internacional como de una exquisita excelencia, es capaz de generar una actividad productiva que es 3,5 veces superior al gasto que requiere. Por si esto fuese poco, contribuye a generar 45 empleos a tiempo completo, con una calidad sustancialmente superior al de otros sectores, tal y como pone de manifiesto que en término medio es remunerado con unos salarios que casi duplica la renta salarial media canaria.

Esta actividad científica no solo se financia con fondos públicos captados de la Administración General del Estado y de la comunidad autónoma, sino que además el sector astrofísico es capaz de atraer fondos privados y de otras administraciones que igualmente contribuyen a generar riqueza en Canarias. Así por cada euro de transferencias aportadas por las administraciones públicas españolas, la actividad astrofísica en Canarias atrajo adicionalmente 1,3 euros que generaron impacto en nuestra región. Esa apuesta impulsada desde el Instituto de Astrofísica de Canarias, lejos de ser un agujero negro de financiación pública, sirvió para atraer una inversión externa a las islas que proviene fundamentalmente de las instituciones internacionales usuarias de las instalaciones en los observatorios canarios. Esta destacada capacidad del sector astrofísico para atraer recursos externos que son invertidos en Canarias queda fuera de toda duda si consideramos que el 22% de toda la inversión externa captada en Canarias en 2016 fue atraída por este sector.

Lejos de ser un demandante desenfundado de recursos públicos, el sector astrofísico es un contribuidor neto como se pone de manifiesto por el hecho de que, por cada euro de transferencia recibida de las administraciones públicas, la astrofísica en Canarias aporta 1,41 euros en concepto de pago de diferentes impuestos y de cotizaciones a la Seguridad Social.

Todos estos resultados vienen a evidenciar que ya es una realidad contrastada que el mero funcionamiento de esta estructura científica es un potente generador de riqueza económica en nuestro archipiélago. La cuestión que se nos plantea es qué recorrido adicional podría tener. La actividad astrofísica continúa en expansión

como demuestra la próxima construcción en La Palma del mayor telescopio solar europeo y el proyecto para diseñar y construir el mayor telescopio robótico del mundo en el Observatorio del Roque de los Muchachos. A ello, podría añadirse el ansiado Telescopio de Treinta Metros (TMT), cuyo estudio de impacto económico presentado en 2019 estima que podría generar más de 900 empleos anuales durante los diez años previstos en la fase de construcción, lo que supondría aproximadamente el 3% del empleo en la Isla y generando una actividad económica que supondría el 6,5% del PIB del año 2017. A ello habría que añadir los impactos económicos derivados de este proyecto durante su fase de funcionamiento, que se estima se extienda por 75 años y que representaría la creación de 740 empleos anuales, generando una actividad productiva valorada en aproximadamente 74 millones de euros anuales, lo que llevaría a que únicamente con este proyecto del TMT se incrementase el peso relativo del sector astrofísico en La Palma en comparación al existente en el año 2017 en un 150%. Con el único objetivo de ilustrar la importancia relativa que podría adquirir la actividad científica impulsada por el sector astrofísico palmero, si sumásemos el empleo actualmente generado y la estimación prevista tras una hipotética instalación del TMT, se podría alcanzar un nivel de empleo en torno a la mitad del empleo generado por la agricultura, una cifra nada desdeñable a la que deberían sumarse esos otros proyectos ya en marcha como el Telescopio Solar Europeo.

Sin embargo, el potencial económico vinculado a la astrofísica no se reduce a la operativa propia de los observatorios dedicados a actividades eminentemente investigadoras. Aprovechando la dotación de capital humano y tecnológico disponible en Canarias, se ha fomentado la creación de IACTEC que junto con el interés de grupos empresariales privados están desarrollando nuevas líneas de negocio de alto valor añadido como son algunos proyectos relacionados con microsátélites o algunos otros desarrollos tecnológicos relacionados con la óptica con aplicaciones médicas, entre otras.

Lejos de pensar que esta actividad se limita a la comunidad científica que trabaja en los observatorios es crucial comprender que la capacidad de arrastre del gasto ejecutado por el sector astrofísico se extiende a la práctica totalidad de sectores productivos. No se limita a investigadores, ingenieros y personal técnico, sino que aproximadamente el 75% de ese empleo se dedica a los servicios de restauración, comercio, hostelería, servicios auxiliares de mantenimiento de las infraestructuras científicas, transporte, construcción, servicios informáticos, entre otros. Este resultado debe subrayarse porque aclara la estrecha interrelación entre la generación de conocimiento científico y la actividad productiva general que tiene lugar en la Isla y de la que se beneficia el conjunto de agentes de la sociedad palmera.

Por todo ello, no siempre antes de ocurrencias de dudosa efectividad, habría que comenzar por consolidar y aprovechar aquello que ya existe y se alinea tan bien con los nuevos tiempos como es la defensa de un modelo basado en el conocimiento que ha dado muestras de ser la palanca que ayude a dar un giro hacia la sostenibilidad.

JUAN JOSÉ DÍAZ HERNÁNDEZ  
Economista y Profesor Titular de la Universidad de La Laguna

# ECOSISTEMA DE I+D+I EN LA PALMA: el rol catalizador de la Astrofísica

El éxito científico del IAC como institución líder a nivel mundial descansa sobre pilares construidos hace décadas, siendo sus Observatorios la piedra angular sobre la que se ha vertebrado este reconocimiento internacional. El Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) alberga excepcionales condiciones para la observación astronómica, promoviendo, en un marco de desarrollo sostenible, la instalación y operación de infraestructuras de investigación de primer orden y facilitando las sinergias con otras grandes infraestructuras de investigación.

El éxito científico del IAC como institución líder a nivel mundial descansa sobre pilares construidos hace décadas, siendo sus Observatorios la piedra angular sobre la que se ha vertebrado este reconocimiento internacional. El Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) alberga excepcionales condiciones para la observación astronómica, promoviendo, en un marco de desarrollo sostenible, la instalación y operación de infraestructuras de investigación de primer orden y facilitando las sinergias con otras grandes infraestructuras de investigación.

Numerosas inversiones de fondos externos, como el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, o los Programas Marco Europeos de I+D+i, junto a otras financiaciones locales, regionales y estatales, y las aportadas por las instituciones usuarias del ORM han permitido colaboraciones transnacionales que integran la actividad de comunicación y divulgación de las instituciones usuarias, respaldan la caracterización atmosférica para garantizar la calidad del cielo, o proveen de nuevas infraestructuras básicas de apoyo, como las comunicaciones, el suministro eléctrico o el saneamiento. Igual de relevantes son las sucesivas inversiones que han permitido desarrollar nuevas tecnologías clave para mantener a los Observatorios a la vanguardia en el diseño y construcción de instrumentación astronómica de clase mundial para telescopios nacionales e internacionales. La Palma protagoniza nuestro esfuerzo por ampliar la frontera del conocimiento humano sobre la formación y evolución del Universo, y proporciona un entorno científico-tecnológico único para la comunidad astrofísica internacional.

Esta isla ha regalado al mundo una ventana a los cielos, un acto de generosidad que ha cimentado su reputación como una de las más importantes reservas astronómicas del mundo. Este compromiso con la astrofísica ha convertido a La Palma en un nodo de conocimiento, donde cada nuevo descubrimiento nos acerca al objetivo último de descifrar nuestro origen y destino. Pero, ¿cómo puede la astrofísica devolverle el favor a esta tierra que le ha dado tanto? La Palma dispone de ingredientes esenciales para desarrollar un ecosistema de I+D+i dimensionado a las capacidades de la Isla, donde el IAC, junto con las infraestructuras de investigación, pueden actuar como catalizadores

de una economía sólida que integra en su actividad productiva la realización de investigación científica puntera, el desarrollo de productos y prestación de servicios tecnológicos, la transferencia de conocimiento y la innovación sostenible.

El actual Plan Estratégico de los Observatorios de Canarias respalda aunar esfuerzos para optimizar las actuales instalaciones astronómicas y desarrollar varios telescopios únicos en el mundo, consolidando el liderazgo por décadas. Además, propone mejorar en la Isla la percepción social y las habilidades en ciencia, tecnología e ingeniería para atraer y retener talento que se asiente en La Palma. El conocimiento es un recurso renovable y sostenible; la educación y la formación en ciencia, tecnología e ingeniería pueden asegurar que la sociedad palmera no solo sea espectadora, sino también protagonista de su historia y futuro astronómico.

El IAC y otras instituciones, conscientes de las singularidades naturales de La Palma, están desarrollando gradualmente un ecosistema de I+D+i con el potencial de transformar la isla en un referente multidisciplinar en astrofísica y otros ámbitos de la ciencia como la vulcanología, oceanografía y tecnologías de la información y comunicaciones. Además, las estrategias de especialización inteligente que Canarias ha definido para las islas en los próximos años priorizan la atracción y retención de talento en estas disciplinas, brindando una oportunidad única a La Palma para posicionarse como un centro global de excelencia y un modelo de desarrollo sostenible.

El IAC persevera desde sus inicios en la labor institucional de acercar la actividad astrofísica a La Palma mediante la organización de eventos de renombre internacional (workshops, reuniones científicas,



Jornadas Técnicas OTRIs Canarias, en La Palma, octubre 2023. © IAC



Encuentro del Foro ESFRI sobre infraestructuras de investigación europeas en La Palma, noviembre 2019. © IAC

congresos, foros internacionales y festivales), la ampliación del capital humano tanto en su sede palmera, el Centro de Astrofísica en La Palma (CALP -Francisco Sánchez) como en el ORM; también mediante la firma de nuevos convenios de colaboración con instituciones nacionales y extranjeras, el diseño de nuevos instrumentos y telescopios como el Observatorio CTA-Norte, el Telescopio Solar Europeo (EST) o el Nuevo Telescopio Robótico de 4m (NRT), y respaldar candidatos excepcionales como el Telescopio de Treinta Metros (TMT).

Estoy convencido de que todos los agentes del ecosistema de I+D+i canario (académicos, científicos, políticos y económicos) aunaremos esfuerzos para desarrollar en la Isla investigación de frontera en estas disciplinas de especial relevancia para La Palma, y promover la investigación básica y aplicada de excelencia con especial énfasis en la internacionalización. Es un camino no exento de obstáculos, especialmente ahora en un contexto de economía global y alta competitividad. Por ello la concentración de talento en La Palma es un elemento fundamental para tener éxito en esta estrategia de contribuir a generar una economía que se sostenga también en la explotación del conocimiento y la innovación. El respaldo de las autoridades insulares, regionales y estatales será clave para impulsar el desarrollo de un entorno de colaboración, atrayendo a profesionales altamente cualificados con los que generar alianzas y colaboraciones en materia comercial, productiva, tecnológica y financiera con otras entidades líderes.



En esta ambiciosa empresa contamos con la convicción estratégica del Cabildo Insular de La Palma, que ha reconocido la relevancia de la innovación para el desarrollo económico y social sostenible de la Isla, implementando Planes Estratégicos, como La Palma Smart Island, desplegando una estrategia destinada a convertirse en una plataforma integral de colaboración público-privada que impulse el desarrollo local a través de la transformación digital de la Isla. El archipiélago canario no es ajeno a este necesario proceso de transformación y contamos con capital humano de I+D excepcional y un potencial emprendedor que puede catalizar la diversificación del

desarrollo económico y social de todas nuestras islas, dando forma a la sociedad sostenible y competitiva que todas y todos deseamos. En este contexto, los equipos que conforman las Oficinas de Transferencia de Conocimiento en Universidades y Centros de I+D Canarias, del cual formo parte, se presentan como agentes clave para dinamizar el ciclo virtuoso de la I+D+i, en el que el conocimiento generado se traduce en aplicaciones prácticas, se retroalimenta para mejorar y se comparte para el beneficio general de la sociedad. La Palma está presente en la propuesta de trabajo en red que las diferentes oficinas han planteado a la Agencia Canaria de investigación, Innovación y Sociedad de la Información para potenciar la profesionalización del personal de estas Oficinas, y facilitar las relaciones entre universidad, centros de I+D y empresa, colaborando con la Administración y otros agentes económicos y sociales.

Muchos hemos tenido el privilegio de colaborar en La Palma, en la organización de diversas actividades científicas, técnicas y de fomento de la innovación como el congreso “100xCiencia”, las visitas de “Plazas de Europa”, las Jornadas Técnicas OTRIs Canarias, y participar como ponentes en iniciativas de promoción del emprendimiento y la innovación en la Isla. La sociedad palmera se muestra receptiva a la actividad astrofísica, no sólo para su enriquecimiento cultural, sino para aprovechar este conocimiento y convertirlo en un motor de innovación sostenible que contribuya a un futuro próspero para sus habitantes, y esa predisposición es la mejor herramienta para dibujar un horizonte brillante. ¡Trabajamos para devolverles el regalo!

ANSELMO SOSA MÉNDEZ  
Gerente de Oficina de Transferencia  
y Acciones Institucionales (OTAI) del IAC



Evento “Plazas de Europa”, en Tazacorte, marzo 2023. © IAC

# MEDIOAMBIENTE y SOSTENIBILIDAD

Para el IAC siempre ha sido una prioridad el mantenimiento de buenas relaciones con la sociedad canaria, como no podía ser de otra manera ya que es en el territorio canario donde, gracias a sus excelentes cualidades para la observación astronómica, se instalan sus observatorios y dependencias. Por la misma razón es, a su vez, en la sociedad canaria donde la actividad de estas instalaciones se inserta, incidiendo en diversos ámbitos como son, por citar algunos, la economía, el empleo, el desarrollo tecnológico o la visibilidad de Canarias en el exterior como algo más que un mero destino turístico. En el IAC siempre ha existido la voluntad de que este impacto sea positivo, devolviendo así a la sociedad canaria el valor de lo que esta le da.

Uno de los ámbitos en los que incide esta presencia es en el medioambiental. Podríamos citar como ejemplo algo tan patente como el efecto que produce la presencia de los observatorios en el paisaje canario, pero aquí nos referiremos a otro aspecto menos visible, pero mucho más importante: el de la sostenibilidad.

Un observatorio astronómico requiere de unas instalaciones peculiares que suponen un gran reto en lo que a sostenibilidad se refiere. En él se desarrolla una actividad científica y tecnológica en un entorno natural valioso, frágil y alejado de poblaciones, razón esta por la que los suministros, la energía, el agua o los servicios, deben llevarse específicamente al lugar (pensemos, por ejemplo, que en ellos se ubican equipos que consumen considerables cantidades de energía), y debe hacerse de modo que el impacto medioambiental sea mínimo. Algo similar sucede con la gestión de los residuos. En general, dado el enorme valor patrimonial y ambiental del entorno, se debe actuar con un exquisito respeto a la sostenibilidad.

Como se ha dicho, para el IAC estos asuntos han sido siempre prioritarios. Y no solo se trata de voluntad de servicio y respeto a la sociedad y al medio, también hay una parte “egoísta” en este empeño porque, cuanto mejor se trate el entorno local, mejor se conservarán las condiciones que hacen que el lugar sea apropiado para la actividad científica que en él se desarrolla: en un entorno intervenido se degrada la calidad del mismo para las observaciones astronómicas si dicha intervención no se realiza de forma adecuada.

Es por ello que existen comisiones de sostenibilidad tanto en el IAC como en el Gran Telescopio Canarias (GTC). Su cometido es vigilar y evaluar el impacto de las instalaciones sobre el entorno, para proponer las medidas adecuadas para minimizarlo, en el mejor de los casos, anular dicho impacto, garantizando así la sostenibilidad de la actividad científica. El caso de GTC es particularmente interesante porque supone la máxima expresión, de momento, de lo que es una gran instalación en un medio natural valioso, frágil y protegido, como es el entorno de El Roque de los Muchachos.

La preocupación del GTC por la sostenibilidad queda patente en las muchas acciones que en él se han emprendido en este sentido. La contratación de una ingeniera medioambiental, experta en estos asuntos, ha supuesto un hito que ha demostrado ser enormemente positivo, tanto por lo adecuado de un puesto como este, como por el excelente desempeño de la persona encargada. Fruto de ello ha sido la elaboración, en colaboración con la Universidad de La Laguna, de un riguroso y minucioso Plan de Sostenibilidad que contempla una serie de acciones a realizar, a lo largo de este decenio, en asuntos como la energía, la movilidad, la gestión de residuos o el respeto a la biodiversidad, además de otros de índole más social, como la promoción de la cultura de la sostenibilidad, la igualdad o la seguridad, salud y bienestar de los trabajadores. Todos estos aspectos, y algunos otros, están contemplados, identificando objetivos concretos, en el citado Plan. En algunos de ellos se han hecho ya importantes progresos, como en lo referente a la producción de energía, asunto central en una instalación como GTC por las razones que ya se han indicado. Se han instalado generadores de energía renovable, fundamentalmente placas fotovoltaicas, siempre respetando el entorno y haciendo uso de techos y terrazas ya construidos, y se continuará trabajando en este sentido en el futuro hasta lograr que la mayor parte de energía consumida sea de origen renovable y producida in situ. También se trabaja para que, en breve, la flota automovilística esté integrada en su totalidad por vehículos eléctricos. Además, se ha instalado una evaporadora que permite eliminar los vertidos y reutilizar el agua con las ventajas medioambientales que ello supone. Estas solo algunas de las medidas que ya están implementadas o en vías de implementación.

Pero no solo se está actuando sobre los equipos, edificios y sistemas, también sobre las personas que allí trabajan, así como en lo que se refiere a colaboración con otras instituciones. En este sentido, en GTC se realizan, por ejemplo, talleres de educación ambiental en la empresa dirigidos a los empleados. Es de destacar, también, la reciente organización en La Palma del congreso “Promoviendo sinergias entre grandes observatorios españoles”, organizado por la Red de Infraestructuras de Astronomía e Instalaciones Científico-Técnicas Singulares, con más de cien participantes de todos los institutos y observatorios astronómicos con relevancia en España. En él se dedicó una sesión a la sostenibilidad y calidad del cielo, en la cual se intercambiaron ideas y criterios, resultando debates muy fructíferos y prometedores.

Otro campo en el que se trabaja es el relacionado con el mantenimiento y restauración de la biodiversidad del medio. A modo de ejemplo se puede citar la existencia de un proyecto de restauración ecológica en ciertas zonas del entorno del telescopio, o de un protocolo de bioseguridad para la prevención de la introducción de especies exóticas invasoras.

Con todas estas acciones y objetivos, GTC se conforma, en definitiva, como un centro ejemplar en cuanto a la preocupación por el entorno y el respeto a la sostenibilidad, demostrando con ello, una vez más, la responsabilidad con respecto a un tema tan preocupante hoy en día como es la degradación ambiental y el cambio climático, pero también el respeto y cariño tanto de esta institución como el IAC.

IGNACIO GONZÁLEZ MARTÍNEZ-PAIS  
Investigador del IAC y presidente  
de su Comisión de Medioambiente y Sostenibilidad



Panorámica del ORM. © Iván Jiménez (IAC)

# Naturaleza canaria en 42 espejos de La Palma



Espejos de repuesto del GTC. © IAC

Los 42 segmentos hexagonales -36 más 6 de repuesto- que forman el espejo primario del Gran Telescopio Canarias (GTC) recibieron inicialmente los nombres de las siete Islas Canarias, los siete parques nacionales y reservas del Archipiélago, y otros tantos de aves, plantas, árboles autóctonos y bailes regionales. El bautizo de los segmentos respondió en su momento a la identificación del proyecto con las Islas y fue una idea de **Pedro Álvarez**, entonces director general de “GRANTECAN, S.A.”, la sociedad pública creada para la construcción del GTC, y de **Antonio Machado Carrillo**, doctor en Biología, profesor de Ecología de la ULL y experto en conservación de la naturaleza y protección del medio ambiente. “Se trataba no solo de darles nombres, sino de que estos se identificaran con Canarias”, explica Álvarez. De ahí que se procurara que las denominaciones fueran autóctonas, además de fáciles de recordar. Así, siete de los espejos llevan el nombre de las islas. Otros siete, los de los parques nacionales y reservas de Taburiente (La Palma), Frontera (El Hierro), Garajonay (La Gomera), Teide (Tenerife), Tejeda (Gran Canaria), Timanfaya (Lanzarote) y Jandía (Fuerteventura). Siete espejos fueron bautizados con las denominaciones de especies autóctonas de árboles: Almácigo, Sabina, Marmolán, Sanguino, Drago, Aderno y Mocán, y otras tantas con nombres de plantas canarias: Cardón, Bejeque, Tabaiba, Verode, Tajinaste, Codeso y Retama. Guincho, Graja, Capirote, Canario, Alpispa, Guirre o Pardela nombraron a otros siete segmentos y los restantes recibieron la denominación de bailes: Folia, Isa, Seguidilla, Tanganillo, Sorondongo, Saltona y Vivo.

# La erupción volcánica de Tajogaite desde el ORM

La erupción de Tajogaite de 2021 tuvo un altísimo impacto social y económico en la isla de La Palma. El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) puso inmediatamente todo su personal y recursos al servicio de la autoridades para ayudar a mitigar los efectos. En su propio ámbito de actuación, el IAC aplicó su experiencia en proteger un sector que se ha vuelto de gran importancia en la economía palmera: el funcionamiento del observatorio astronómico del Roque de los Muchachos.

Cincuenta años exactos habían transcurrido desde que coincidieran, en el mismo Otoño de 1971, la anterior erupción volcánica en La Palma, el Teneguía, con el pionero vuelo en avioneta en el que se llevaron a cabo las primeras mediciones de prospección de la calidad astronómica del entonces desértico Roque de los Muchachos.

Hoy, la astrofísica ha pasado a representar el 3,3% del Producto Interior Bruto de la Isla y el 2,3% del empleo, ya sea de forma directa o indirecta. Entre 150 y 200 personas suben cada día al Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) a desarrollar su trabajo: personal técnico o astrónomo, personal de la Residencia, obras o carreteras, a los que hay que sumar otros varios centenares de turistas y visitantes. Una veintena de instalaciones astronómicas de primer nivel mundial

Vista de la fisura eruptiva de Tajogaite desde el Observatorio del Roque de los Muchachos el 20 de octubre de 2021. © Julio Castro-Almazán.

constituyen dos de las 29 Infraestructuras Científico-Técnicas Singulares de España, una categoría creada para catalogar recursos únicos o excepcionales con los que se desarrolla la ciencia más avanzada del país. Todo esto era lo que había que proteger cuando, el 19 de septiembre de 2021, comenzó la erupción volcánica de Tajogaite en la dorsal de Cumbre Vieja de la isla de La Palma, a solo 16 km de distancia y con una diferencia de cota de 1.400 m del ORM.

Tajogaite es la última de las 16 erupciones históricas ocurridas en Canarias desde finales del s. XV, siete de ellas en La Palma, y una más de las incontables erupciones que han construido el Archipiélago desde hace más de 20 millones de años. Desde el punto de vista del comportamiento volcánico, la erupción tuvo las mismas características que las anteriores: de tipo fisural-estromboliano, con lavas fluidas y explosividad baja o moderada que genera columnas eruptivas de hasta 5 km de altura y da lugar a volcanes monogenéticos que crean su propio cono de escorias en un único proceso. Sin embargo, al contrario que el Teneguía, esta vez la erupción se produjo en una zona muy poblada, lo que, junto con su mayor extensión y duración -85 días, la más larga registrada en la Isla en el período histórico-, generó un importante impacto social y económico.

Con unos dos millones de años, La Palma es una isla joven con periodos de rápido crecimiento y colapso en su historia geológica. Grandes edificios volcánicos dieron forma a la actual mitad norte hasta hace medio millón de años. Estas enormes estructuras, hoy extinguidas, junto con su particular localización geográfica, hacen que La Palma cuente con una cima de 2.400m con condiciones ideales para la astronomía. Pero la misma condición volcánica hace que periódicamente (cada  $75 \pm 80$  años) haya volcanismo activo en la mitad sur, donde se han registrado todas las erupciones históricas. La ubicación del ORM lo aleja del riesgo de llegada de lava, bombas o lapilli, pero no de cenizas o gases.

Ante la difícil situación generada en la Isla de la que forma parte, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) puso, desde el primer momento, la totalidad de sus instalaciones y recursos a disposición de las autoridades. Ya directamente dentro de su ámbito de actuación, como entidad administradora y responsable de la coordinación de la seguridad y emergencias del ORM, el IAC desplegó un sistema específico de apoyo a los Observatorios

Vista nocturna desde el ORM de la columna eruptiva del volcán Tajogaite rompiendo la barrera de la capa de inversión el 11 de noviembre de 2021. © Julio Castro-Almazán.



y sus instituciones usuarias. Para aumentar su capacidad de respuesta, fue invitado a las reuniones diarias del Comité Científico del Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por Riesgo Volcánico en Canarias (PEVOLCA), creado por el Gobierno de Canarias en 2010 para dar una respuesta coordinada y ágil ante los procesos volcánicos.

Con toda la información disponible, el IAC emitió informes cada 12 horas, personalizados para cada observatorio, durante todo el periodo eruptivo. Estos 323 informes se distribuyeron en una web creada expresamente, junto con otros contenidos e imágenes en tiempo real. Se elaboró una escala (0-3) de evaluación subjetiva del riesgo de caída de cenizas o llegada de gases, actualizada en cada informe, con un horizonte de 48 horas, tras analizar todos los parámetros observados e interpretar los modelos especializados de predicción. Se mantuvieron, además, las acciones y comunicaciones habituales de coordinación de emergencias



Vista de la Caldera de Taburiente en una mañana con alta concentración de gases volcánicos en su interior. Foto: Mantenimiento del ORM.

## LA ERUPCIÓN VOLCÁNICA DE TAJOGAITE DESDE EL ORM

### VOLCANIC PLUME FROM CUMBRE VIEJA ERUPTION RISK OF IMPACT AT ROQUE DE LOS MUCHACHOS OBSERVATORY



DAILY REPORT

12 DEC - 18H UTC

UTC hours

MEASUREMENTS		UTC hours																															
DEC 10	AOD (AERONET)	Low AOD (0.025 V)																															
	SO <sub>2</sub> (Geb. de Canarias)	Background SO <sub>2</sub>																															
	DUST (TNG, GTC & Mercator)	Moderate peaks of dust (~70 µg/m <sup>3</sup> ) and PM0.3 (~0.6M/m <sup>3</sup> ) at 03H and 06H. PM0.3 also peaked (>1M/m <sup>3</sup> ) at ~12h-14h. Probably natural calima.																															
DEC 11	AOD (AERONET)	Low AOD (0.024 V)																															
	SO <sub>2</sub> (Geb. de Canarias)	Background SO <sub>2</sub>																															
	DUST (TNG & GTC)	Background dust. Peak of PM0.3 (>2M/m <sup>3</sup> ) at ~15H-16H.																															
DEC 12	00H-18H	SO <sub>2</sub> , AOD DUST	Extremely low dust <1 µg/m <sup>3</sup> and small peak of PM0.3 (<1M/m <sup>3</sup> ) at ~15H.  The eruptive process has currently less energy. The top altitude of the column is <2.4km. This means that it is less probable that ash reaches the Observatory, even if wind comes from the south.  Dust intrusion in low layers is still forecasted up to DEC14. Very bad weather forecasted this week (since Tuesday)  Background SO <sub>2</sub>																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DEC 12</th> <th>06H-12H</th> <th>12H-18H</th> <th>18H-24H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">DEC 12</td> <td>06H-12H</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>12H-18H</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>18H-24H</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">DEC 13</td> <td>00H-06H</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>06H-12H</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>12H-18H</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">DEC 14</td> <td>00H-06H</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>06H-12H</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			DEC 12	06H-12H	12H-18H	18H-24H	DEC 12	06H-12H	-	-	12H-18H	-	-	18H-24H	0	0	DEC 13	00H-06H	2	2	06H-12H	2	2	12H-18H	1	1	DEC 14	00H-06H	2	2	06H-12H	0
DEC 12	06H-12H	12H-18H	18H-24H																														
DEC 12	06H-12H	-	-																														
	12H-18H	-	-																														
	18H-24H	0	0																														
DEC 13	00H-06H	2	2																														
	06H-12H	2	2																														
	12H-18H	1	1																														
DEC 14	00H-06H	2	2																														
	06H-12H	0	0																														

#### Legend:

- No data
- 0 Low risk
- 1 Minor risk of ash fall or SO<sub>2</sub> peak
- 2 Medium risk of ash fall or SO<sub>2</sub> peak
- 3 High risk of ash fall or SO<sub>2</sub> peak - outdoor work not recommended
- \* Very high concentration of pollutants associated to the plume.

- Please pay ATTENTION to PM0.3 µm peaks on TNG monitor (mainly around ~12H), SO<sub>2</sub> flavour and report updates. SO<sub>2</sub> is correlated with PM0.3 due to nucleation processes and may come from the Caldera due to dynamics uncorrelated with the main wind.

- Alerts in the periods 12h-18h are for the SO<sub>2</sub> risk.

#### NOTES:

<http://research.iac.es/volcano2021/media/notes>

Captura de uno de los 323 informes emitidos durante el proceso eruptivo para la protección de los Observatorios y sus instituciones usuarias.

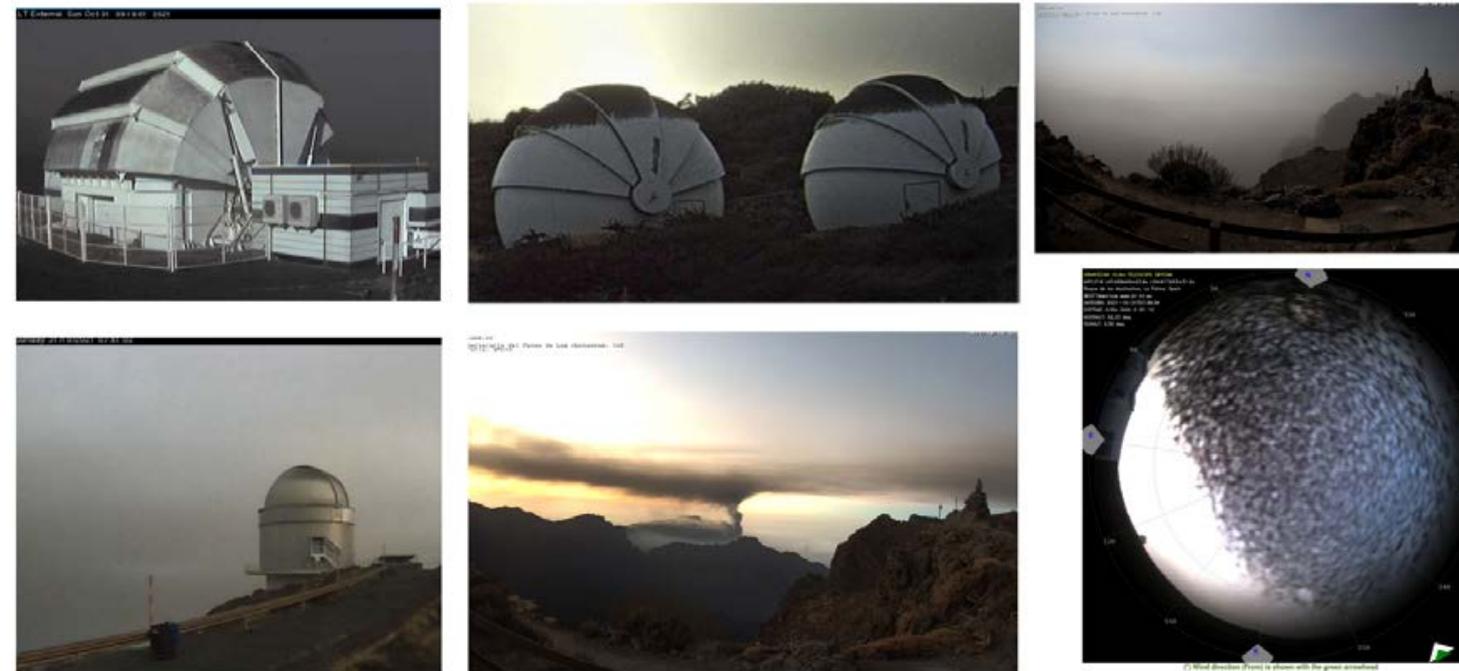
En el ORM, las principales preocupaciones fueron la posible afección por terremotos de magnitud superior a 4 y la llegada de la columna eruptiva en forma de cenizas y gases. La actividad sísmica fue muy moderada, incluso cerca del centro eruptivo. Ni la estación sísmica del Observatorio ni los acelerómetros de los telescopios detectaron actividad significativa. Tampoco la estación geodésica del ORM registró desplazamientos. No hubo daños ni en las infraestructuras ni en los sistemas ópticos.

Aunque la capa de inversión bloqueó parte de las emisiones, la columna eruptiva alcanzó alturas superiores a la del Observatorio y el viento desplazó cenizas hasta el ORM, de forma puntual, lo que simplificó las tareas de limpieza que, no sin dificultades, se afrontaron en los días posteriores a los episodios. Se prestó especial interés a la presencia de gases, ya que afecta a la seguridad de las personas. La dinámica inducida por la orografía de la Caldera de Taburiente, sumada a efectos de marea barométrica, causaron que en el ORM se registraran los valores de SO<sub>2</sub> más altos de La Palma durante todo el proceso eruptivo. Fueron episodios muy intensos que duplicaron el límite superior del Índice de Calidad de Aire, aunque duraron pocas horas. Esto obligó puntualmente a recomendar el confinamiento del personal dentro de las instalaciones. Depositiones esporádicas y muy ligeras de cenizas y valores muy altos de SO<sub>2</sub> se registraron también a más de 140 km, en Izaña, donde se ubica el Observatorio del Teide.

El esfuerzo desarrollado, estando día a día, casi hora a hora, pendientes del proceso eruptivo, permitió minimizar los daños en el ORM que, a pesar del impacto, no cerró. Los grandes telescopios, no obstante, sufrieron importantes pérdidas de tiempo de observación, en algunos casos del 100%, que se trataron de compensar adelantando tareas programadas de ingeniería. Los telescopios medianos o pequeños, aunque con limitaciones, sí pudieron operar, alcanzando tiempos útiles de hasta el 30%.

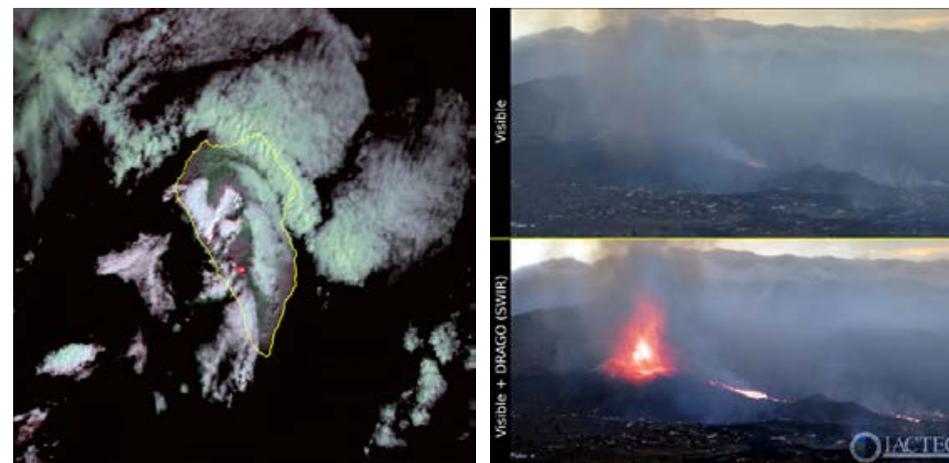
Finalizada la erupción, se llevaron a cabo trabajos de investigación para valorar el impacto y analizar las muestras de cenizas. Los resultados despertaron el interés de instituciones como el Telescopio de Treinta Metros (TMT), cuyo sitio alternativo es el ORM, pero que tiene su ubicación propuesta en Mauna Kea, Hawái, una localización que también se ve afectada por las erupciones del volcán Kilauea. Algunos de los resultados se presentaron en la reunión de la Unión Europea de Geociencias (EGU) de 2022.

JULIO A. CASTRO-ALMAZÁN  
Astrónomo del IAC y miembro del Equipo de Calidad del Cielo del IAC,  
y JUAN CARLOS PÉREZ ARENCIBIA,  
astrofísico y administrador del ORM hasta 2023.



Composición del efecto de una de las lluvias de cenizas que afectó al ORM en varias de sus instalaciones.

## DRAGO y el volcán de Cumbre Vieja



A la izquierda, imagen infrarroja de La Palma obtenida por DRAGO-1 desde el espacio el día 20 de septiembre de 2021 a las 11:30 hora local. La escala de colores elegida para representar la radiación infrarroja (no visible) resalta la presencia del volcán en color rojo. La imagen se tomó a 516 km de altura con una perspectiva de 25° respecto a la vertical. A la derecha, resultado de la prueba de campo realizada con la réplica de DRAGO-1 el día 22 de septiembre de 2021 a las 8:00 hora local. La imagen superior fue capturada con una cámara de fotos convencional. En la imagen inferior se ha superpuesto la imagen SWIR obtenida por DRAGO en el mismo instante de tiempo, de manera que se aprecia claramente su capacidad de atravesar nubes de partículas como las que emite un volcán. © IACTEC-Espacio

Uno de los fines de la cámara infrarroja DRAGO del IAC es la monitorización de catástrofes naturales. Principalmente, aquellas que puedan ocurrir en Canarias, como incendios, vertidos de petróleo o erupciones volcánicas. El papel de DRAGO consiste en aportar imágenes infrarrojas desde el espacio, para ayudar en la gestión y el control de dichas catástrofes. La erupción del 19 de septiembre de 2021 en la isla de La Palma proporcionó un escenario insólito de pruebas para el instrumento DRAGO-1. Y no solo se obtuvieron imágenes desde el satélite. También se tomaron imágenes *in situ* con el modelo de ingeniería de la cámara DRAGO, una réplica terrestre del que se encontraba orbitando. Gracias a esta prueba de campo se puede observar de una forma empírica el poder de penetración de la radiación infrarroja de onda corta a través del humo, tanto de la propia erupción como de los incendios colindantes. Las partículas de humo que emitía el volcán dispersaban mucho la luz visible, hasta el punto que a veces bloqueaban completamente la visión. En cambio, el tipo de luz invisible al que es sensible DRAGO atraviesa el humo sufriendo mucha menos dispersión, lo cual permitió distinguir detalles del volcán o de la lava que de otra manera habrían quedado ocultos.

# PERSONAL

## PALMEROS EN ACTIVO EN EL IAC

1. **José A. Acosta Pulido.** Investigador Científico, Investigación
2. **Joaquín Arce Costa.** Técnico Mantenimiento General Observatorio, Mantenimiento Civil ORM
3. **Jonai Bienes Pérez.** Ingeniero, Dpto. Mecánica
4. **Laura María Calero Hernández.** Ingeniera Senior, Dpto. Proyectos
5. **Alba Crespo Pérez.** RedocFPU-2, Contratada Predoc
6. **Susana Delgado Marante.** Ingeniera Senior, Grupo de Desarrollo y Web
7. **Juan Carlos Díaz Pérez.** Maestro de taller, Delineación Técnica
8. **Nieves Fátima Ferraz Gutiérrez.** Subjefa administrativa, Tesorería
9. **Jorge Gmelch Ramos.** Ingeniero, Mantenimiento Civil, ORM
10. **Nieves Patricia Gómez González.** Ingeniera, Telescopio EST
11. **Alberto Hernández Fernández.** Ingeniero, Dpto. Electrónica
12. **José Adolfo Hernández Sánchez.** Ayudante Servicios/Conductor, Mantenimiento Civil ORM
13. **Álvaro Lavers Hernández.** Responsable de Gestión Económica y Presupuestaria
14. **Haroldo Lorenzo Hernández.** Ingeniero Experimento QUIJOTE, Dpto. Mecánica
15. **Ana Luisa Lozano Pérez.** Secretaria, Administración ORM/CALP
16. **Juan Manuel Martín Pérez.** Técnico Mantenimiento General, Sede Central
17. **Jorge Ortega Martín.** Jefe Servicio Mantenimiento General, ORM
18. **Alfredo Pérez Concepción.** Técnico Mantenimiento General, SC/CALP, Mantenimiento Civil ORM
19. **Nieves Gloria Pérez Pérez.** Subjefa administrativa, Administración ORM/CALP
20. **Isabel María Plasencia García.** Técnico de Sistemas Junior, Grupo de Operaciones y CAU
21. **Cristina Dióscora Ramos Almeida.** Científica titular OPIS, Investigación
22. **Alexandre Vazdekis Vazdekis.** Investigador Científico, Investigación

## FOTOS Y TESTIMONIOS PARA EL RECUERDO

### PERSONAL DEL IAC EN EL ORM

ADMINISTRADOR:  
**Emilio García García**

JEFE DE DEPARTAMENTO:  
**Javier Herrera Llorente**

TÉCNICOS DE TELESCOPIOS:  
**Rosa Clavero Jiménez**  
**David Jones**  
**Julia de León Cruz**

SERVICIOS INFORMÁTICOS:  
**Aythami Y. Peñate Rodríguez**

GESTIÓN ADMINISTRATIVA:  
**Ana Luisa Lorenzo Pérez**  
**Nieves Gloria Pérez Pérez**  
**Eva María Martín Cruz**

MANTENIMIENTO:  
**Jorge Ortega Martín**  
**Joaquín Arce Costa**  
**Jorge Gmelch Ramos**  
**Daríá Hernández Cabrera**  
**Jesús M. Mendoza González**  
**Alfredo Pérez Concepción**

CONDUCTOR:  
**José Adolfo Hernández Sánchez**



El equipo del ING en 2017 con motivo de la celebración del 30 Aniversario de la inauguración del telescopio William Herschel. © ING



El equipo de MAGIC en 2017 con motivo de la celebración del 15 Aniversario de la inauguración del telescopio © MAGIC



Personal del GTC junto con otro personal del ORM durante una celebración navideña en el CALP en 2019 © GTC



El equipo del TNG, con motivo de los 25 años de la primera luz del TNG, en el Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos. © Cabildo de La Palma.



Personal del IAC, de instituciones del ORM y del Cabildo de La Palma, en el homenaje en el CALP a Francisco Sánchez, director fundador del IAC. © IAC



Campbell Warden, secretario del Comité Científico Internacional (CCI) hasta su jubilación en 2021 (a quien sustituyó Julia Lecuona los siguientes dos años), como maestro de ceremonias en la inauguración del LST-1 en 2018. © IAC



Equipo del ING en 2017 con motivo de la celebración del 50 Aniversario de la primera luz del telescopio Isaac Newton (INT), primero instalado en Reino Unido y después en el ORM. De izquierda a derecha: Thomas Wilson, Tarik Zegmott, Cecilia Fariña, Javier Méndez, Lucía Suárez y Chris Benn. © ING



Personal actual de MAGIC en La Palma: Víctor Acciari, Carla Wengel, Irene Burelli y, sentado, Eduardo Colombo, director de las instalaciones. A la derecha, con MAGIC de fondo © Víctor Acciari



A la izquierda, Jesús Pérez Padilla y Saskia Prins, del Mercator. Abajo, más personal de este telescopio. © Mercator

## FOTOS Y TESTIMONIOS PARA EL RECUERDO



Personal del ORM, en los primeros años del Observatorio. © Nieves González



Saskia Prins, Juan Carlos Pérez Arencibia y Thomas Augusteijn, con Stephen Hawking durante su última visita a La Palma. © NOT



Personal que trabaja en la Residencia del ORM con el Rey Felipe VI durante su estancia en el ORM en 2015. © IAC



Foto antigua de Keith Tritton, encargado de los telescopios británicos durante muchos años, junto a Nieves González, administrativa del ORM, y Lindsay Tritton. © Nieves González



Representantes del TMT con directores de telescopios y personal del ORM en 2016. © NOT



Emilio Molinari, uno de los directores que ha tenido el telescopio italiano TNG en el ORM.



Göran Scharmer, uno de los directores que ha tenido el Telescopio Solar Sueco (SST).



“Tal vez lo que tiene un fuerte valor sentimental para mí es recordar ver el amanecer desde Roque de los Muchachos. Es un espectáculo único. Salir a la azotea de la cúpula después de la noche de trabajo y contemplar cómo el mar de nubes que rodea completamente el Observatorio cambia de color era admirable. Además, después de la erupción del Pinatubo, los contrastes de color del blanco al rosa intenso estaban especialmente marcados. Un verdadero regalo para la vista.”

JESÚS RODRÍGUEZ ULLOA  
Operador de telescopios  
en el ORM en los comienzos.



CECILIA HOSINSKY, a la izquierda, salió de Estocolmo en 1966 para acompañar a su marido, Göran Hosinsky, por diferentes observatorios del sur de Europa. La primera vez que visitó La Palma fue en 1972, en las pruebas y mediciones científicas para establecer el Observatorio del Roque de los Muchachos y que recoge la foto superior. Fue bibliotecaria del Telescopio Solar Sueco de la Real Academia de Ciencias de Suecia hasta 2002. © Anton Hosinsky



Mark Kidger, astrónomo inglés que trabajó en el IAC muchos años y muy vinculado al ORM © IAC



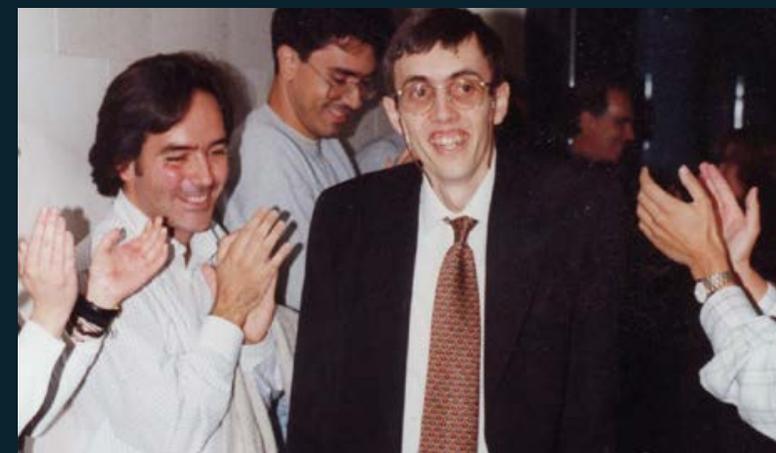
“En junio de 1985 tuve la suerte de asistir a la inauguración del Observatorio del Roque de los Muchachos, como auxiliar administrativa, y recuerdo al excelente astrofísico y persona Antonio Mampaso explicándonos en el trayecto de la guagua, en el que hizo de guía, que el paisaje que íbamos disfrutando no era casualidad, sino que estaba acorde con el objetivo del Observatorio: “La investigación para un mejor conocimiento del Universo”. Y que era el más claro ejemplo de que “la belleza y el conocimiento van de la mano, porque la ciencia/conocimiento es belleza” y los parajes de los montes de la Isla, además con los codesos en flor, se diría que también estaban celebrando la magia del acontecimiento. Posteriormente, pude trabajar como auxiliar administrativa en la Residencia del Observatorio del Roque de los Muchachos. Gracias a la cercanía humana de las mentes privilegiadas de los investigadores, empezando por el propio autor del proyecto y su desarrollo, el eminente Profesor Francisco Sánchez, los trabajadores auxiliares y ayudantes también disfrutábamos trabajando mucho más que en otros ámbitos. Y allí encontré más personas maravillosas, como Beatriz Pérez Bravo y Carlos, Nieves, Joaquín, Máximo, el otro Carlos, Mari Barreto... Me asombró conocer a investigadores y técnicos del más alto nivel que, obviando el consumo que atrapa a cualquier ciudadano, destinaban sus recursos económicos en adquirir equipos para su mejora continua en investigación. Tuve el placer y el honor de ir a recibir a pie del helicóptero al premio nobel Severo Ochoa en su visita al Observatorio. Todo el bello entorno y su conjunto son el exponente mágico de la curiosidad humana, por el estudio científico y con el apoyo técnico, para saber y ver más allá, desde la Isla Bonita.”

CARMEN ROSA SANTOS  
Auxiliar administrativa del ORM de 1988 a 1991

# In memoriam...



JESÚS FIDALGO, operador de telescopios del Observatorio del Roque de los Muchachos. Falleció en 1988.



FERNANDO CABRERA, palmero, premio extraordinario de Licenciatura y doctor en Astrofísica por la ULL, investigador del IAC y miembro fundador de la Agrupación Astronómica Isla de La Palma, falleció en 2001. Hoy lleva su nombre un concurso de redacción sobre Astronomía organizado por el Cabildo de La Palma en el marco de ASTROFEST y, ahora, con carácter regional.



FLORIAN GOEBEL, astrofísico del Instituto Max Planck de Física de Munich, responsable del MAGIC II. Falleció en 2008 en el ORM mientras realizaba labores de la puesta en marcha de este telescopio de altas energías.



REBECA GALERA ROSILLO, natural de Granada, trabajaba como astrónoma en el Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING), a la vez que finalizaba su tesis doctoral sobre nebulosas planetarias en M31 y M33 en el IAC. Falleció en 2020.

**Y nuestro recuerdo a todas las demás personas vinculadas a La Palma y al ORM que nos han dejado.**

Tajinastes rosados (*Echium wildpretii* subsp. *trichosiphon*), especie endémica de La Palma, bajo la Vía Láctea. © Antonio González (Cielos-LaPalma.es)



EXCELENCIA  
SEVERO  
OCHOA



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES