

# EL GRAN TELESCOPIO CANARIAS, UN PROYECTO TRANSATLÁNTICO DE COOPERACIÓN

FRANCISCO SÁNCHEZ MARTÍNEZ

Director del Instituto de Astrofísica de Canarias

**E**L GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC) ES EL MAYOR TELESCOPIO ÓPTICOINFRARROJO hasta ahora construido. Con él, la comunidad astronómica española, junto con sus socios en este proyecto, las comunidades de México y de Florida, contarán con el telescopio más avanzado del momento. Este instrumento les ha de permitir mantener e incrementar sus altos índices de productividad científica y dar un paso decisivo en el terreno del desarrollo de instrumentación científica avanzada. Este proyecto, además, ha permitido a España iniciarse en el liderazgo de proyectos de la llamada “gran ciencia”. El costo del proyecto estimado en la actualidad es de 131 419 815 euros (de 2006); se mantiene próximo a las previsiones iniciales; en estos momentos se desvía 0.5% sobre la cifra estimada en 1997, una vez corregida de inflación, y considerando la inflación de la zona euro. Si se toma en cuenta la inflación española, el costo se situaría bien por debajo de lo estimado en un principio.

**F**RANCISCO SÁNCHEZ MARTÍNEZ, PIONERO Y PROMOTOR DE LA ASTROFÍSICA EN ESPAÑA, crea el primer grupo de investigación astrofísica del país y lleva adelante acciones múltiples para capacitar investigadores y tecnólogos. Funda y dirige el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Interviene de forma directa en cerca de un centenar de publicaciones y comunicaciones científicas. Hace posible la construcción por España del mayor y más avanzado telescopio óptico-infrarrojo del momento: el Gran Telescopio Canarias de espejo segmentado y más de 10 metros de diámetro, que entrará en servicio en 2007. Impulsa la difusión cultural de la astronomía y la astrofísica en el país y su popularización. Coopera con México en la estimulación de las sinergias entre las comunidades científicas mexicana y española, para el fortalecimiento de la astronomía y sus tecnologías conexas en las universidades y centros de investigación de México. Pruebas de ello son la exitosa participación de la UNAM en el Gran Telescopio Canarias y los Encuentros Blas Cabrera. Encomienda con placa de la Orden Civil de Alfonso X el Sabio. Comendador de Número de la Orden del Mérito Civil. Commander of the Royal Order of the Polar Star (Suecia). Doctor Honoris

Causa de la Universidad de Copenhague. Associate of the Royal Astronomical Society. Commandeur dans l'Ordre des Palmes Académiques (Francia). Académico de la Academia Canaria de Ciencias. Caballero de la Orden Real de Orange-Nassau (Países Bajos). Doctor Honoris Causa del Instituto Nacional de Astronomía, Óptica y Electrónica (México). Comendador de número de la Orden de Isabel la Católica. Premio CEOE a las Ciencias. Gran Cruz de la Orden Islas Canarias. Académico de la Real Academia de Bellas Artes y Ciencias de Toledo. Commendatore de la Stella della Solidarieta Italiana. Académico de la Academia Mexicana de Ciencias.

# EL GRAN TELESCOPIO CANARIAS, UN PROYECTO TRASATLÁNTICO DE COOPERACIÓN

FRANCISCO SÁNCHEZ MARTÍNEZ  
Director del Instituto de Astrofísica de Canarias

## LA OBSERVACIÓN CLAVE DEL AVANCE ASTRONÓMICO

**D**ESDE QUE LA ASTRONOMÍA, LA CIENCIA ORGANIZADA más antigua, empezó a usar el método científico, necesita observar y medir para avanzar en el conocimiento del Universo al que pertenecemos. Es necesario medir y remedir el mayor número posible de parámetros físicos de los incontables objetos celestes para tener alguna seguridad de que nos acercamos a entender la realidad inmensa de lo que llamamos el Cosmos. La observación repetida, y cada vez más afinada, de los astros en todas las longitudes de onda disponibles, constituye la fuente del saber astronómico moderno. Y es bueno recordar que más del noventa y muchos por ciento de lo que sabemos ahora se adquirió en el último siglo, gracias al avance espectacular de la ciencia y de la tecnología. También conviene recordar que la teoría más elegante y convincente necesita de la observación astronómica para ser validada. *La observación ha sido, es y será la “piedra de toque” de todo modelo astronómico.*

Es ahora cuando podemos penetrar en el Universo lejano. Y como *los telescopios son auténticas “máquinas del tiempo”*, es ahora cuando empezamos a poder conocer la historia del Universo. Los más grandes telescopios que se puedan construir nos permitirán “ver” cómo era el Universo en sus etapas tempranas, y planetas capaces de albergar vida.

Pero seamos conscientes de que la especie humana tiene un cúmulo de problemas para poder observar lo que hay en el cielo. Por desgracia, estamos mal dotados y mal situados para ver el

Universo. Para empezar, caigamos en la cuenta de que somos unos bichos cegatos para mirar lejos. Nuestros ojos son unos órganos visuales pobrísimos. Su óptica es simple y pequeña, y sus receptores, poco sensibles, los cuales, además, sólo captan una pequeñísima parte del espectro electromagnético.

Como vivimos en la Tierra, un planeta con atmósfera absorbente y perturbadora, partes muy importantes del espectro no llegan hasta nuestros instrumentos de observación y, además, las imágenes de los objetos extraterrestres se reciben deterioradas. La atmósfera ha sido y es aún la pesadilla del astrónomo.

Por si fuese poco, estamos inmersos en zonas absorbentes de polvo y gas. La primera es el medio interplanetario con su “nube zodiacal” de micrometeoroides (los mismos que impactan en los vehículos espaciales y los dañan). Después, está el medio interestelar que constituye una auténtica pantalla visual, en especial en el disco galáctico, cuajado de polvo y gas.

Pese a estas dificultades evidentes, la curiosidad humana y el impulso por conocer son tan poderosos en nuestra especie, que hemos ido venciendo todas estas barreras y penetramos, paso a paso, cada vez más lejos en el Universo. Emocionante epopeya de la que valdría la pena ser plenamente conscientes todos.

Esta necesidad de observar (aun lo que “no se ve”) cada vez mejor y con mayor profundidad pone en reto permanente a la tecnología. Por esto la astronomía demanda y produce tecnología avanzada. Por ello *esta ciencia básica es fuente permanente de avances tecnológicos*. Pero también, tal necesidad de observar exige emplazar los telescopios en sitios donde la atmósfera perturbe las observaciones lo menos posible.

Por lo anterior, en todos los estudios prospectivos sobre el futuro de la astronomía se concluye en la necesidad de:

- Observar en todo el espectro electromagnético.
- Instalar *telescopios gigantes*:
  - En los mejores sitios de la Tierra (Canarias es uno de ellos, lo mismo que San Pedro Mártir, en Baja California).

- A bordo de satélites y sondas.
- En la Luna y otros cuerpos del Sistema Solar.
- Medir la radiación corpuscular primaria (rayos cósmicos, neutrinos, etcétera).
- Detectar ondas gravitatorias.
- Conseguir muestras del espacio exterior.

En estos estudios prospectivos (realizados en los países más avanzados) se resalta la necesidad de *construir telescopios lo más grandes posible y situarlos en los mejores sitios del planeta*. Dado que en Canarias, las cumbres de las islas de Tenerife y de La Palma ofrecen condiciones excepcionales para la observación astronómica, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) tiene en ellas los observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos, donde está instalada la batería más completa de telescopios europeos del Hemisferio Norte, y donde se está terminando de poner en operación el Gran Telescopio Canarias (GTC).

### OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

- Superficie: 50 hectáreas
- Longitud: 16°30'35" Oeste
- Altitud: 2 390 m
- Latitud: 28°18'00" Norte
- Situación: Isla de Tenerife (Islas Canarias, España)

Diámetro (cm)	Instrumento	Propietario	Operativo (año)
10	Telescopio STARE	HAO Boulder (EUA)	2001
30	Telescopio robótico Bradford	Universidad de Bradford (RU)	2005
40 × 2	<b>RED DE TELESCOPIOS ÓPTICOS</b>	Sociedad del Telescopio (EUA)	2004
50	<b>TELESCOPIO MONS</b>	Universidad Mons (B)	1972
60	Telescopio solar de Torre al Vacío (VTT)	Instituto Kiepenheuer (A)	1989
80	Telescopio IAC-80	IAC (E)	1993
90	Telescopio solar THEMIS	CNRS-INAF (FR-IT)	1996
100	<b>TELESCOPIO OGS</b>	IAC-ESA (E-internacional)	1996
120 × 2	Telescopio robótico STELLA	Instituto Postdam (A) Observatorio Hamburgo (A)	2005 y 2006
150	Telescopio solar GREGOR	Instituto Kiepenheuer (A) Universidad Gottingen (A) Instituto Postdam (A)	2007
155	Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)	IAC (E)	1972
	Interferómetro de microondas (VSA)	Universidad de Cambridge (RU) <b>UNIVERSIDAD DE MANCHESTER (RU)</b> IAC (E)	2002
	Radiotelescopios COSMO10 y COSMO15	IAC (E)	1996
	Instrumentos en el Laboratorio Solar: - Espectrofotómetro integral MARK-I - <b>Espectrofotómetro ECHO</b> - Tacómetro de Fourier GONG - Fotómetro de alta resolución TON +	Universidad de Birmingham (RU) + IAC (E) HAO Boulder (EUA) NSO (EUA) Universidad Tsing-Hua (Taiwán)	1978 2000 1996 1993

A = Alemania

B = Bélgica

E = España

EUA = Estados Unidos de América

FR = Francia

IT = Italia

RU = Reino Unido

**OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)**

- Superficie: 189 hectáreas
- Longitud: 17°52'34" Oeste
- Altitud: 2 396 m
- Latitud: 28°45'34" Norte
- Situación: Isla de La Palma (Islas Canarias/España)

Diámetro (cm)	Instrumento	Propietario	Operativo (año)
	Cámara robótica SuperWASP	Universidad Queens Belfast (RU)	2003
18	Telescopio Meridiano	IAC-ROA (E)	1984
20	Monitor de seeing (DIMM)	IAC-Universidad Niza (E-FR)	1984
45	Telescopio Solar Abierto Holandés (DOT)	Universidad Utrecht (PB)	1997
97	Refractor solar (SST)	R. Academia de Ciencias (S)	2002
120	Telescopio MERCATOR	Instituto Sterrenkunde (B) Universidad Leuven (B)	2002
200	Telescopio robótico Liverpool (LT)	Universidad John Moore Liverpool (RU)	2003
250	Telescopio Isaac Newton (INT)	PPARC (RU-PB-E)	1984
256	Telescopio Nórdico (NOT)	Asociación Científica NOT (D-FI-N-S--IS)	1989
350	Telescopio Nacional Galileo (TNG)	INAF (IT)	1988
420	Telescopio William Herschel (WHT)	PPARC (RU-PB-E)	1987
1.135	Gran Telescopio Canarias (GTC)	GRANTECAN (E-EUA-M)	2008
1.700 × 2	<b>TELESCOPIO CHERENKOV MAGIC</b>	Consortio MAGIC*	2005 + 2007

A = Alemania  
 AR = Armenia  
 B = Bélgica  
 D = Dinamarca  
 E = España  
 EUA = Estados Unidos de América  
 FI = Finlandia  
 FR = Francia  
 IT = Italia

M = México  
 N= Noruega  
 PB = Países Bajos  
 P = Polonia  
 RU = Reino Unido  
 R = Rusia  
 S = Suecia  
 U = Ucrania  
 IS = Islandia

\***Consortio MAGIC:** Instituto Física d'Altes Energies (E); Universidad Autónoma Barcelona (E); Observatorio de Crimea (U); Universidad de California (EUA); Universidad Gottingen (A); Universidad Lodz (P); Universidad Complutense de Madrid (E); Instituto Nuclear Research (R); Instituto Max-Planck Munich (A); Universidad Padua (IT); Universidad Potchefstroom (PB); Universidad GH-Siegen (A); Universidad Siena (IT); Observatorio Tuorla (FI); Universidad Wurzburg (A); Instituto Física Yerevan (AR).

Desde 1988 una ley protege la calidad del cielo sobre los observatorios del IAC, lo que los convierte en una verdadera “reserva astronómica”, en la que se encuentran instalados telescopios e instrumentación científica de 62 instituciones de 19 países. Su conjunto constituye el European Northern Observatory.

La astrofísica en España, gracias sobre todo a la explotación del “cielo de Canarias”, ha sufrido en los últimos cuarenta años un despertar impresionante; ha avanzado en tiempo récord desde casi cero hasta el grupo de países que encabezan esta rama de la ciencia. A pesar de ubicarse entre los países que menos invierten en Europa en investigación científica, se ha colocado en el séptimo lugar en resultados astronómicos.

## EL GRAN TELESCOPIO CANARIAS

El Gran Telescopio Canarias (GTC) es **el mayor y el más avanzado telescopio óptico-infrarrojo** construido hasta ahora. El proyecto nació a iniciativa del Instituto de Astrofísica de Canarias, con el objetivo múltiple de:

- Dotar a la comunidad astronómica española de un instrumento propio avanzado y competitivo.
- Mantener a los Observatorios de Canarias entre los primeros del mundo.
- Estimular a la industria española.

El Gran Telescopio Canarias (GTC) se está terminando de instalar en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en la isla de La Palma, cuya geografía y clima se unen para proporcionar condiciones excepcionales para la observación astronómica. El observatorio se halla por encima del “mar de nubes”, a 2400 metros sobre el nivel del mar, donde, gracias a los vientos alisios, la atmósfera es extraordinariamente estable y transparente. Con la presencia del GTC, el Observatorio del Roque de los Muchachos se mantiene entre los pocos lugares de la Tierra —tan sólo tres así reconocidos—, cuyas condiciones los hacen candidatos adecuados para *albergar, también, los telescopios súper gigantes del futuro inmediato*.

El GTC cuenta con un espejo primario segmentado, compuesto por un mosaico de 36 segmentos vitrocerámicos hexagonales de 1.9 m de diagonal cada uno, que forman una superficie colectora equivalente a la de un espejo circular de 10.4 m de diámetro. Con esta superficie colectora el GTC es el instrumento ideal para el estudio de los más distantes y los más débiles de nuestro universo, desde galaxias lejanas recién nacidas, hasta los sistemas planetarios en estrellas de nuestros alrededores.

Los requisitos principales que han dirigido el desarrollo y construcción del GTC son disponer de una gran calidad óptica y una alta eficiencia observacional.

Para alcanzar el primero de estos requisitos, el GTC cuenta con los elementos ópticos de la mayor calidad posible con las actuales tecnologías, una estructura mecánica de gran rigidez y un sistema avanzado de control de la calidad óptica final.

Esto se logra al vigilar ópticamente la forma y posición de todos y cada uno de los segmentos del espejo primario, mantener el alineamiento del sistema óptico y compensar las vibraciones residuales del conjunto del telescopio con movimientos rápidos del espejo secundario, extraordinariamente ligero y rígido debido a que está fabricado en berilio aligerado.

La eficiencia observacional se logra al disponer de múltiples focos, siete en total, dotado cada uno de ellos de instrumentos científicos específicos que pueden seleccionarse con un simple movimiento del espejo terciario. Una gestión por colas de los programas de observación permitirá optimizar el trabajo por realizar con el GTC seleccionando en cada momento el programa de observación más adecuado, en función de las condiciones meteorológicas del momento y del estado operativo de cada instrumento.

Aunque durante la década de 1990 se comenzó a pensar el proyecto, a conseguir los apoyos económicos e institucionales necesarios y a desarrollar los conceptos del telescopio, fue a mediados de 2000 cuando se realizó la ceremonia de colocación de la primera piedra en el ORM, presidida por SAR el Príncipe de Asturias (heredero del Reino de España y Astrofísico de Honor del IAC).

Otro año muy importante es el 2001, en el que se incorporan de manera formal al proyecto las principales instituciones astronómicas de México y la Universidad de Florida. La participación de estas instituciones es de 5% cada país, lo que supone que cubren 10% del costo de la construcción y de su operación posterior, a cambio de 10% del tiempo de observación.

El 13 de julio de 2007 el Gran Telescopio Canarias tuvo, con todo éxito, su “*primera luz*” (acto de apuntar al cielo y ser capaz de captar los primeros fotones extraterrestres) en presencia de SAR el Príncipe de Asturias, la titular del Ministerio español de Educación y Ciencia, el presidente del gobierno de Canarias, autoridades, socios americanos del Instituto de Astronomía de la UNAM, del INAOE, de la Universidad de Florida y una significativa representación de la comunidad astronómica internacional.

También es importante señalar que en el ingreso de España en la organización ESO (European Southern Observatory), es el GTC el principal pago “en especies” para aminorar la cuota de entrada que ha de pagar el país. ESO utilizará hasta 173 noches de observación del GTC a cambio de una reducción de algo más de 15 millones de euros de la cuota de entrada que debe pagar España.

El costo del proyecto, estimado en la actualidad, es de 131 419 815 Euros (de 2006), el cual se mantiene próximo a las estimas iniciales; en estos momentos se desvía 0.5% en relación con la inflación de la zona euro, sobre la cifra estimada en 1997. Ahora bien, si se considera la

inflación española, el costo se situaría bien por debajo de lo estimado en un inicio.

### CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON EL GTC

Los principales objetivos científicos perseguidos por el GTC son determinados por su gran espejo primario, que le permite *llegar a los confines más remotos del universo y ver con sumo detalle los objetos celestes más cercanos*. Desde el principio se pretende dedicar tiempo a la búsqueda y el estudio de planetas en estrellas cercanas, así como al estudio de las galaxias más lejanas, para entender su evolución y la de las poblaciones estelares a lo largo de la vida del Universo. Se buscan con el GTC respuestas a preguntas como:

- ¿Cuál es la naturaleza de las galaxias muy lejanas, cuando el universo tenía una edad de tan sólo 20% de la actual?
- ¿Cuáles son sus equivalentes actuales?
- ¿Cómo han evolucionado aquellas galaxias?
- ¿Son ellas, tan activas en formación estelar, los progenitores de las actuales y “tranquilas” galaxias?
- ¿Cuándo y en qué condiciones se iniciaron los primeros episodios de formación estelar?
- ¿Cómo se forman y evolucionan los sistemas planetarios?

Los objetivos tecnológicos finales tienen que ver con la *transferencia de las tecnologías desarrolladas al tejido empresarial* y con que nuestras industrias se abran al mercado de la instrumentación científica y se posicionen en forma estratégica para abordar los desarrollos asociados con los telescopios gigantes del próximo futuro, tanto en tierra como en el espacio.

En concreto, los programas científicos que se abordarán con el GTC son los que han configurado conceptualmente cada uno de los instrumentos que serán instalados en los focos de este telescopio, el cual dispondrá de una poderosa y avanzada instrumentación focal:

1. **OSIRIS** (*Optical System for Imaging and Low Resolution Integrated Spectroscopy*) podrá obtener imágenes directas del cielo en el rango visible y realizar espectroscopía de varios objetos a la vez.

2. **CANARICAM** podrá “detectar” el calor de las estrellas. Será capaz de obtener imágenes, hacer espectroscopía, polarimetría y coronografía en el rango espectral del infrarrojo medio.
3. **ELMER** es el instrumento de repuesto, pensado para hacer imagen y espectroscopía de baja resolución en el rango visible. Será capaz de obtener imágenes convencionales con filtros de banda ancha y estrecha que permitirán hacer comprobaciones de calibración del propio telescopio.
4. **EMIR** es un espectrógrafo multiobjeto de gran campo que trabajará en el infrarrojo cercano. Instrumento de segunda generación (que entrará en servicio algunos años después), será clave para el estudio de la historia de la formación de estrellas en el Universo. Permitirá obtener espectros para muchas fuentes de modo simultáneo al usar el método de máscaras multirrendija.

Otro instrumento para ser instalado en el futuro inmediato es FRIDA, diseñado para sacar el máximo rendimiento en imagen y espectroscopía de alta resolución espectral y espacial a las facilidades de óptica adaptiva del GTC. Además se debate ahora sobre otros instrumentos en el seno de los grupos científicos de las comunidades astronómicas de España, México y Florida.

Para hacerse una idea más directa de lo que se llevará a cabo con los instrumentos de “día uno” del Gran Telescopio Canarias, diremos que OSIRIS es el primer instrumento de observación astrofísica dotado con filtros espectrales estrechos sintonizables instalado en un telescopio de gran diámetro. Con tales características, el grupo científico que está detrás de OSIRIS va a realizar, entre otros muchos programas de observación, el primer catálogo homogéneo de indicadores de formación estelar en galaxias desde las galaxias próximas hasta el límite observable con el GTC.

Con las capacidades de polarimetría y coronografía en el rango de longitudes de onda del infrarrojo térmico que dispondrá CANARICAM, se realizarán observaciones únicas de sistemas planetarios y protoplanetarios en estrellas próximas y en etapas iniciales de formación; con ellas se profundizará en el conocimiento de las primeras etapas de formación de las estrellas.

EMIR, aun siendo un instrumento de repuesto, es el primer espectrógrafo multiobjeto criogénico en banda K del infrarrojo próximo del mundo. Está concebido para lograr, entre otros objetivos científicos, el conocer las características físicas de galaxias de alto desplazamiento al rojo ( $z > 2$ ).

Como el principal objetivo del GTC es contribuir con fuerza al avance del conocimiento de nuestro Universo, las comunidades astronómicas de los países implicados en el proyecto se han preparado para ello. Con regularidad se han reunido los grupos científicos para preparar la “Ciencia con el GTC”, y así precisamente se han llamado las reuniones internacionales sostenidas en Granada (2002), Ciudad de México (2004) y Miami (2006).

Pero el interés del GTC no es sólo científico, sino también tecnológico. La tecnología del GTC es la de los gigantescos telescopios que se planifican ya. Hasta antes del GTC, los telescopios segmentados han sido coto vedado de la industria de Estados Unidos de América. El GTC es el primer telescopio segmentado construido en Europa. Casi 100% del telescopio fue construido por la industria europea. Y algo más de **70%** lo fue por *la industria española*. Son los centros de investigación y las empresas colaboradoras que participaron en la construcción del GTC y sus instrumentos, quienes se encuentran ahora en *extraordinaria situación de ventaja frente a los futuros desarrollos de grandes telescopios*.

Sabemos ya que las empresas y centros que participaron en el GTC alcanzan ahora un éxito notable en sus licitaciones internacionales y se encuentran en una posición magnífica frente a los grandes proyectos ya en curso que se realizarán en nivel internacional mediante la Agencia Europea Espacial (ESA) o el Observatorio Europeo Austral (ESO), tales como ALMA (Atacama Large Millimeter Array), ELT (Extremely Large Telescope), SKA (Square Kilometre Array) o el telescopio espacial JWST (James Webb Space Telescope).

### LA COOPERACIÓN TRASATLÁNTICA POR MEDIO DEL GTC

La participación en este proyecto español de la Universidad de Florida, del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), va mucho más allá de su contribución económica de 10% (5% cada país). Estas instituciones, junto con el IAC y otras más de España, se han implicado en desarrollos tecnológicos importantes, que están dando sus frutos ya.

El *Instituto de Astronomía de la UNAM*, en colaboración con el *CIDESI*, ganó en competición internacional abierta el contrato para la fabricación del *Instrumento de Verificación del GTC*. Se trata de un instrumento destinado a servir como útil de verificación y calibración del telescopio y de su óptica, antes de instalar en la instrumentación focal. Su entrega y pruebas se completaron a principios de 2004.

Asimismo, el *Instituto de Astronomía de la UNAM* ha diseñado y construido la *difícil óptica de OSIRIS*, uno de los dos instrumentos de primera generación del GTC. Además, este Instituto lidera un consorcio internacional para construir el primer instrumento con óptica adaptiva del Gran Telescopio, llamado *FRIDA*.

Por su parte, el *INAOE* diseñó y fabricó las *lentes de ELMER*, otro de los instrumentos focales del telescopio.

La *Universidad de Florida* diseñó y fabricó *CANARICAM*. Además, está construyendo *CIRCE*, un instrumento adicional.

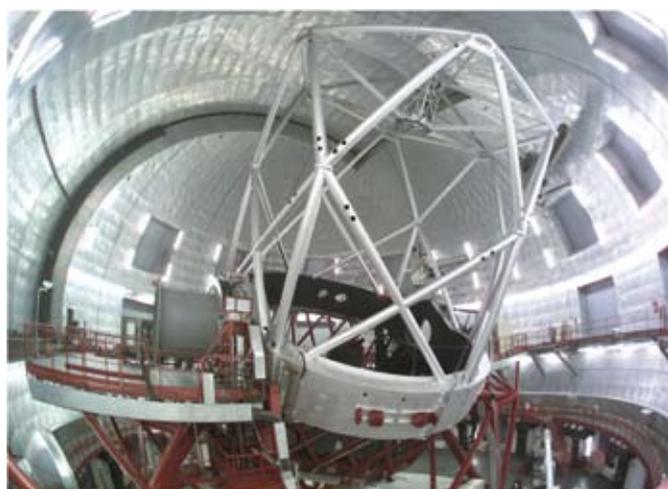
Otra faceta importante de la cooperación transatlántica es la relativa a la *formación de jóvenes investigadores y tecnólogos*. Se han establecido convenios entre el Instituto de Astrofísica de Canarias, el Instituto de Astronomía de la UNAM, el INAOE y la Universidad de Florida, mediante los cuales se han otorgado *becas para estudiantes de doctorado y jóvenes doctores*. Este intercambio es la mejor garantía para que las sinergias surjan y los proyectos comunes florezcan.

En los citados convenios también se toma en consideración el uso de tiempo observación del GTC complementario para proyectos astronómicos conjuntos.

Todo ello es una muestra del cuidado con el que se han preparado las cosas para que la cooperación transatlántica sea muy fructífera y estable. Pensamos que puede ser un ejemplo de cómo plantear las relaciones actualmente en materia de ciencia y tecnología entre América y Europa.

FOTOGRAFÍA 1.

GRAN TELESCOPIO CANARIAS. CON SUS 10.4 METROS DE ESPEJO PRIMARIO ES EL MAYOR Y MÁS AVANZADO TELESCOPIO ÓPTICO-INFRARROJO DEL MUNDO



FOTOGRAFÍA 2.

UBICACIÓN DEL GRAN TELESCOPIO CANARIAS EN EL OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ISLA DE LA PALMA) DEL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS

