

Aquella tarde, sin saberlo, Don Quijote decidió cambiar el rumbo de la historia.

Se lanzaría hacia los gigantes a sabiendas de que acabaría molido a palos... o no. Se colocó la destartalada armadura, subió a su maltrecho Rocinante y, mirando a Sancho, sonrió con la confianza de aquel que sabe que tiene razón. Lo había hecho en numerosas ocasiones y no podía defraudar a su nuevo lector.

Pero, por una vez, alguien, en algún recóndito rincón del mundo, leyendo por no se sabe cuál vez aquella breve pero intensa aventura del caballero de la triste figura enfrentándose a los molinos de viento, por una vez, digo, el lector, sorprendido, leería una historia distinta.

La propia pluma de Cervantes, aliada con la tinta en un arranque de independencia, había elegido otros caminos cuando se imprimió aquella versión, redactada en un mundo paralelo de fantasía: hoy el loco vencería a los gigantes.

Y Sancho, perplejo, vio cómo Don Quijote se alejaba y divisó, no sin sorpresa, anchos brazos sobre enhiestas cabezas, gruesas piernas intentando aplastar al enjuto hidalgo en un lento y pesado caminar... Pero, inexplicablemente, no pudieron con él. Venció.

Exhaustos, sentados a los pies de los ahora molinos, fueron quedándose dormidos mientras les envolvía un atardecer que iba preñando de estrellas el firmamento. "Hemos vencido a los gigantes", murmuraba satisfecho el caballero andante a su escudero fiel, mientras este, creyéndose inmerso en una ensoñación, afirmaba con la cabeza incrédulo, al tiempo que descubría una Vía Láctea impresionante...

Nadie sabe por qué la pluma y la tinta decidieron regalarles una nueva aventura, pero, de repente, ya no estaban recostados sobre el muro del molino: sin saber cómo, aparecieron a los pies de una enorme cúpula plateada, desde donde podía verse un magnífico mar de nubes.

- Señor, no se cómo ha sido esta maravilla, pero muy mal hemos de andar para aparecer y desaparecer de libros sin ver nosotros la manera en que esto ocurra...

- No has de temer, Sancho, que magias similares he visto hacer al hombre... pero no parece esta mala cosa -decía levantándose y mirando hacia arriba-. ¡Pues sí que es este extraño molino!... Veamos dónde tiene la puerta...

Y dando la vuelta al lugar, dejando al viejo Rocinante y al pollino olisqueando algunas hierbas, encontraron una puerta a través de la cual entraron al interior del edificio del telescopio, pues no era este gigante otro que el GTC.

- ¡Mira Sancho, las maravillas que sabe hacer el hombre! ¿Ves esta enorme mole de metal? ¿Ves, posados sobre sus piernas, las superficies que, cual espejos, reflejan el cielo? Con estos ojos gigantes, Sancho, estudian los sabios las aventuras que, más allá de las tierras conocidas, ocurren en otros libros.

- Sí que es extraña la cosa, señor, pues lo que ven mis ojos parece un gigante y se mueve despacio, como lo hacían esta tarde al entrar en batalla, pero no veo por ninguna parte cómo puede ayudar a los sabios...

- Este es, Sancho, un invento del futuro... Mientras nuestro autor, Miguel de Cervantes, está escribiendo ésta y la segunda parte de nuestra historia, se suceden en el mundo de la Ciencia maravillosos descubrimientos, entre ellos el telescopio.

- ¿El teles qué?

- Sancho, un invento que acerca los astros... Pareciera que ves las estrellas más cerca de lo que en realidad están.

- Y eso, ¿por qué lo hacen, señor Don Quijote?

- Porque el hombre, Sancho, nunca deja de soñar.

De repente, se acercó una astrónoma de soporte que les dio la bienvenida...

- Les estábamos esperando. ¿Están preparados para iniciar la visita?

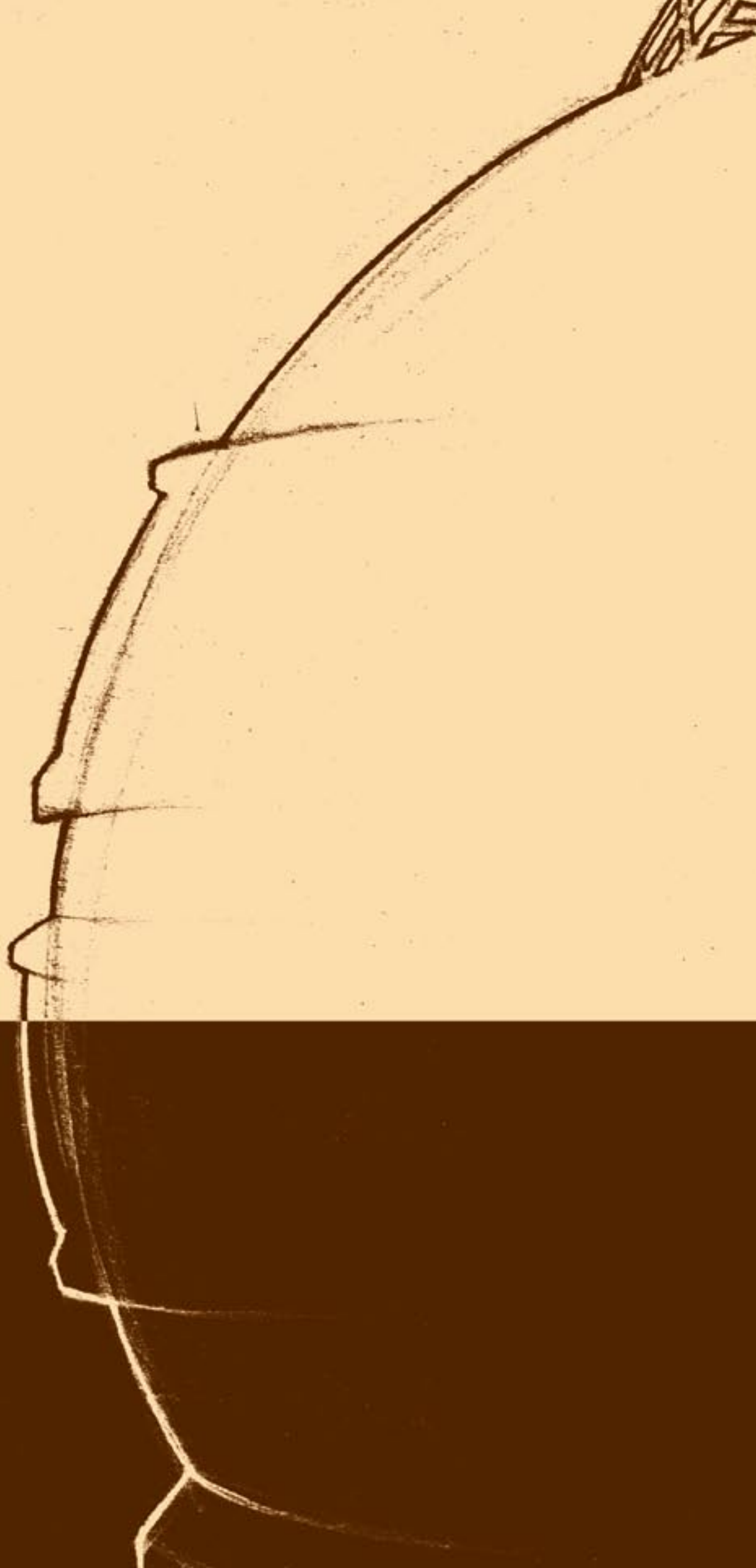
Sorprendidos, Don Quijote y Sancho Panza se miraron y, sin dudarle un instante, afirmaron con la cabeza.

- Di que sí a todo, Sancho, que vamos a iniciar un viaje por las páginas de este extraño libro, acompañados por inquietos ojos, a quienes desvelaremos quién es este cílope y cuáles son sus secretos...



# ÍNDICE:

INTRODUCCIÓN .....	9
PROTAGONISTAS. ENTREVISTA CON MERCEDES CABRERA .....	12
PROTAGONISTAS. ENTREVISTA CON ADÁN MARTÍN .....	14
PROTAGONISTAS. ENTREVISTA CON FRANCISCO SÁNCHEZ .....	16
PROTAGONISTAS. ENTREVISTA CON PEDRO ÁLVAREZ .....	18
RETROSPECTIVA. IMÁGENES QUE CUENTAN UNA HISTORIA .....	23
DESAFÍO. CÓMO EL TELESCOPIO ACELERÓ LA CIENCIA .....	58
DESAFÍO. HISTORIA DEL GRAN TELESCOPIO CANARIAS .....	62
COLABORACIÓN INTERNACIONAL. UN TELESCOPIO SIN FRONTERAS .....	74
INNOVACIÓN. TECNOLOGÍA PARA ATRAPAR (Y DOMINAR) LA LUZ .....	82
DESCUBRIMIENTO. CIENCIA CON EL GTC .....	102
FUTURO. LAS PRÓXIMAS VENTANAS AL UNIVERSO .....	120





La historia del saber es una evolución de teorías y observaciones que se entrelazan en el espacio y en el tiempo. Inteligencia abstracta y sentidos se unen para desgranar los misterios de un universo del que desconocemos muchos de sus recónditos fundamentos. Más allá de la aventura del saber, los científicos se debaten también en una lucha permanente por buscar solución a los graves problemas que afectan a la sociedad. No existen respuestas sin dudas previas, sin la ansiedad e inquietud que provocan tantos interrogantes, sin el bagaje de conocimientos alumbrados a lo largo de la historia, sin los derroches de la imaginación más inquieta. Inteligencia y voluntad se unen a la curiosidad innata, a los sentimientos más íntimos, a la necesidad imperiosa de desentrañar lo que realmente ocurre de ese Cosmos al que pertenecemos.

La Astrofísica lo encierra todo, pregunta por todo y, tras utilizar las herramientas que le brindan otras ramas del saber, responde de acuerdo con los límites que tiene el ser humano en cada época de su historia. Los primates elaboran herramientas con que alcanzar sus alimentos. Los humanos necesitamos crear día a día instrumentos más avanzados con que alimentar nuestro deseo de observar y conocer una realidad cada día más distante, ya por infinitamente pequeña como por inmensa expansión. Sólo así podemos satisfacer el innato e insaciable deseo de saber más y más sobre cuanto nos rodea. Sólo así buscamos dar respuestas a la incógnita de nuestra propia existencia y mitigar nuestra angustia, al ser capaces de preguntarnos sobre lo que aún somos incapaces de responder.

El Gran Telescopio CANARIAS es un instrumento que llega más allá de los límites, un instrumento para rozar los confines del universo. El desafío que para los científicos supone expandir las fronteras del saber les hace concebir instrumentos que van más allá de las fronteras tecnológicas conocidas. Reto por reto. A ciencia nueva, nueva tecnología, y a la inversa. Cada telescopio es un prototipo trasgresor. Cada pieza, un nuevo logro. Y, después, conseguir la integración y control de sus componentes mecánicos, ópticos, electrónicos y de software, para que todo constituya un solo cuerpo vivo, para que la gran idea se convierta en realidad.

Este telescopio verá cosas aún no contempladas, y resolverá tantos misterios como nuevos interrogantes seamos capaces de plantear. Y así, la ciencia seguirá avanzando buscando ese momento de plena satisfacción que nunca llegará. Porque tampoco queremos que llegue ese día. ¿Qué sería de nosotros si dejásemos de hacer preguntas, si nuestra inteligencia dejase de inquietarse?

Este libro narra la historia de un desafío y de sus protagonistas. Explica el esfuerzo y el riesgo que supone empujar la tecnología a sus límites. Adelanta preguntas que pronto, previsiblemente, tendrán respuesta. Pero el objetivo principal de cada uno de los signos que cubren estas páginas es emocionar. Porque nada hay más emocionante que asomarse al cielo.

ONISTAS P  
PROTAGO  
ROTAGONI  
ONISTAS  
TAGONIST  
NISTAS P  
PROTAGO  
TAGONIS  
ONISTAS





PROTAGON  
NISTAS PR  
STAS PRO  
PROTAGO  
AS PROTA  
ROTAGON  
NISTAS PR  
TAS PROT  
PROTAGO

## “Es estupendo poder disfrutar de la belleza del cosmos”



Ahora, con el Gran Telescopio CANARIAS, ya puede darse una escapada nocturna al Roque de los Muchachos con la excusa de que lo hace por la ciencia española.

*Efectivamente, el Gran Telescopio CANARIAS ofrece una gran oportunidad de disfrutar del emplazamiento incomparable del Roque de los Muchachos. Aunque la buena ciencia que se ha desarrollado desde la creación del IAC ya invitaba a darse una escapada. Ahora, sencillamente, tenemos un motivo más, bien es cierto que de mucho peso.*

Con la que está cayendo aquí y ahora, ¿han logrado los astrónomos convencerla de que es importante lo que ocurre a miles de millones de años luz de distancia?

*Bueno, lo que ocurre a millones de años luz es también lo que ocurrió hace millones de años. Y allí (y entonces) se encuentra la explicación básica de por qué la naturaleza es así, los secretos de la materia, la energía y también de las condiciones que hacen posible la vida. Es fascinante comprobar cómo lo más lejano a la humanidad tiene una influencia tan directa sobre nuestras vidas. Es argumento suficiente para sentir pasión por la Astronomía.*

Cabe pensar que su tío abuelo, el físico canario Blas Cabrera, hubiera disfrutado con este telescopio... A usted, ¿qué le sorprende más del GTC?

*Seguro que sí. La época que él y sus compañeros de generación vivieron era desde luego bien distinta a la que ahora disfrutamos, de esplendor de la ciencia y la tecnología en España.*

*Del GTC me sorprende, en primer lugar, la amplitud y variedad de sus objetivos científicos. Con un solo telescopio es posible llevar a cabo proyectos de investigación que abarcan todas las escalas del universo, desde el estudio de los planetas de fuera del Sistema Solar a la cosmología. El desarrollo tecnológico que implica y el esfuerzo de alcanzar la incorporación de otros países al proyecto son otros motivos de satisfacción.*

El GTC es para los astrofísicos. Pero ¿qué gana con él el resto de la sociedad española? ¿Por qué hay que invertir en un gran telescopio?

*El 5% de todas las publicaciones del mundo en Astrofísica o Astronomía llevan la firma de un científico español. El crecimiento de la actividad científica en este campo ha sido espectacular en nuestro país, y por eso nuestra comunidad astronómica se merecía tener un telescopio así. Pero no estoy de acuerdo con que el GTC sea sólo para los astrofísicos. Todos disfrutaremos de sus resultados. El desarrollo tecnológico derivado del GTC tendrá aplicación en futuros proyectos, por no hablar del papel de las empresas y del esfuerzo, y hasta la autoestima, que debe cundir en la sociedad española por el hecho de que hayamos sido capaces de sacar adelante un proyecto así. Hay que invertir en un gran telescopio de la misma manera que hay que invertir en ciencia en general: porque no nos podemos quedar atrás y porque España desempeña un papel importante en el desarrollo de la Astronomía en el ámbito internacional, que queda refrendado por el GTC y por la reciente entrada de nuestro país en el Observatorio Europeo Austral, largamente esperada.*

*“Es fascinante comprobar cómo lo más lejano a la humanidad tiene una influencia tan directa sobre nuestras vidas”*

¿Cómo ve la sociedad española a los científicos? ¿Deberían ellos esforzarse más por ‘cambiar su imagen’?

*En el Ministerio nos interesa mucho esa cuestión y disponemos de una visión precisa de cómo ve la sociedad española a los científicos, gracias a la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología. Los datos que nos ofrece indican que los ciudadanos consideran que la labor de los científicos y de los investigadores, y también de las instituciones en las que desarrollan su labor es muy positiva. También sabemos que los ciudadanos piensan que a los científicos les mueve una motivación de tipo social más que la remuneración económica o el prestigio. Así que no creo que los científicos tengan una mala imagen pública, aunque también es cierto que el interés de la ciudadanía en general por la ciencia es muy moderado. Muchos ciudadanos se sienten alejados de la labor científica. Por eso resulta imprescindible poner en marcha iniciativas como el “Año de la Ciencia”, que se celebra a lo largo de 2007, para poder reducir esa distancia en beneficio de todos.*

En una noche estrellada prefiere: a) tener cerca a un científico que aclare los porqués; b) contemplar sólo la belleza.

*Ambas opciones no son incompatibles, ¿verdad? La ciencia es una manifestación más de la capacidad del ser humano de crear belleza. Es estupendo poder disfrutar de la belleza del cosmos, pero también lo es poder gozar de una explicación fundamentada de la mano de un experto.*

## “El GTC también será un icono turístico de las islas”



Ayúdenos a deducir cuánto le gusta la ciencia: ¿A qué edad descubrió que los astrónomos profesionales ya no pegaban el ojo al telescopio?

*La verdad es que fue en los años 80 cuando los temas relacionados con la astronomía comenzaron a aparecer en mi vida. Era consejero de la pre-autonomía y claro está, sabíamos ya del enorme potencial que Canarias tenía a iba a tener en un futuro en este campo y en otros relacionados, con lo cual, era imprescindible ponerse al día sobre todo lo relacionado con telescopios, astrónomos, tecnología relacionada e instalaciones.*

El cielo nocturno en el Roque de los Muchachos... a) no lo ha visto nunca; b) le pone romántico; c) le fascina; le dan ganas de dejar la política y dedicarse a la ciencia.

*Sin duda, fascina, y efectivamente dan ganas de dejar la política y dedicarse uno a observar una de las visiones más bellas, que pueden observarse.*

Prefiere a Tenerife con seguro de sol... ¿o de cielo?

*Ambos. Son fundamentales para Tenerife y para Canarias.*

Se habla de promocionar el turismo ‘astronómico’. ¿Será el Gran Telescopio CANARIAS también un icono turístico de las islas?

*Sin lugar a dudas. En el mapa y la hoja de ruta que hemos dibujado en el turismo para Canarias, hablamos de calidad y de un turismo a la carta. Pues imagínense, poder ofrecer a potenciales turistas una visita a las instalaciones del telescopio más importante y referencia del hemisferio norte de la tierra. Por eso se están impulsando sendos Centros de Visitantes ligados a los observatorios del Roque de los Muchachos y del Teide. Con eso queda todo dicho.*



¿Recuerda la primera vez que le hablaron del proyecto del GTC? Sincérese: ¿fue usted de los que pensó “Adelante con esto como sea”, o más bien “Huy, nosotros algo así, tan grande...”?

*Soy una persona que a veces soy prudente al tomar las decisiones. Me gusta sopesar los pros y los contras. Pero una vez tomada, no hay quien me aparte del camino a seguir: Una vez tomamos consciencia de que el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) era fundamental para Canarias, la única frase posible era “adelante con esto como sea.....”. Y si me lo permite, “con todo el esfuerzo que sea necesario...”.*

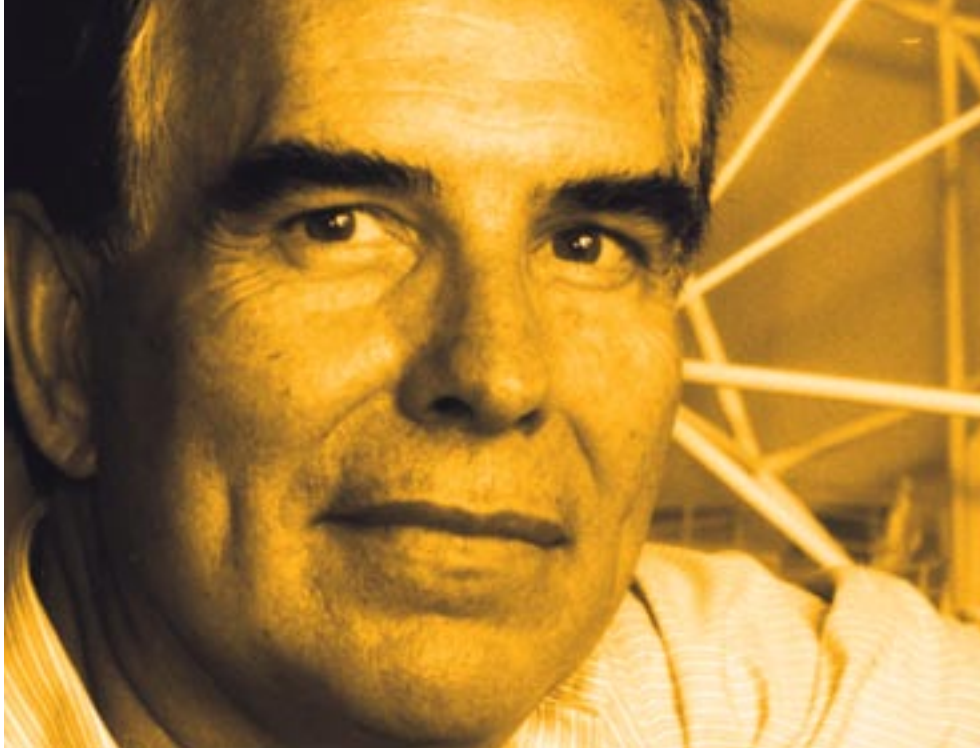
Y ahora, ¿qué le parece el GTC?

*Me quedaría corto al definirlo. Lo viví desde un principio. Proyecto clave, fundamental. Si ya éramos referencia mundial en el campo de la astronomía y la investigación, con las instalaciones que ya estaban en funcionamiento, pues imagínense con un telescopio de la importancia del GTC.*

Diga lo que siempre quiso decir y nadie le preguntó... sobre el Gran Telescopio CANARIAS.

*Que la idea de concebir y diseñar proyectos de Gran Ciencia en Canarias y desde Canarias para el mundo ha sido un reto que nos ha puesto a prueba y que sin duda nos ha demostrado que aquí en las Islas, podemos afrontar proyectos de gran envergadura, con la misma capacidad, competencia y eficacia, que en cualquier lugar del mundo.*

## “Saber que somos polvo de estrellas es muy fuerte”



Siempre soñó con un gran telescopio en Canarias. Ahora que lo tiene, ¿se ha quedado sin sueños?

*Desde luego que me pasé muchos años soñando con un telescopio de última generación para Canarias y procurando que se consiguiese. Pero un soñador no puede dejar de soñar. Aunque mis sueños de ahora tendrán que convertirlos en realidad otros, y yo disfrutaré viéndolo.*

*Entre mis sueños post-GTC están: ver uno de los súper-gigantes telescopios de más de 50m. en el Observatorio del Roque de los Muchachos, construido con la participación destacada de centros de investigación y de empresas españolas; el telescopio solar europeo también instalado en Canarias, liderando su proyecto y construcción astrofísicos del IAC; un premio Nobel del IAC -entre nuestros investigadores hay madera para ello-; que a los más prometedores jóvenes astrofísicos del mundo les apeteciese trabajar en el IAC, aunque fuese temporalmente. También tengo otros sueños más personales, que espero realizar, pero no vienen al caso.*

“Somos polvo de estrellas”. ¿Lo piensa en sus momentos dulces?

*En mis momentos más dulces lo que pasa, más bien, es que me siento polvo de estrellas. Con los años voy dándole cada vez mayor importancia a los sentimientos y sospechando más de la sensatez de la razón.*

*Saber que somos polvo de estrellas es muy fuerte, y nos pone frente a los misterios que nos envuelven y que son consustanciales con nuestra finitud. Pero al mismo tiempo, el haber sido capaces de llegar a saber eso, da alas a nuestra esperanza, y hace que la poesía sea algo más que ensoñaciones.*

¿A cuántos políticos tuvo que convencer de la necesidad de un gran telescopio en Canarias? ¿Y cuántas veces ensayó ante el espejo antes de hacerlo?

*He perdido la cuenta. Aunque sí me vienen a la mente dos que fueron determinantes para que arrancase: Manuel Hermoso, a la sazón Presidente del Gobierno de Canarias, y Fernando Aldana cuando estuvo al frente de la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Presidencia del Gobierno de España. Y no he ensayado nunca ante el espejo mis entrevistas, no tengo tanta vena artística.*

*Yo soy apasionado, pero sólo me apasiono por utopías en las que de verdad creo y las considero retos alcanzables, aunque haya que forzar las condiciones para ello. Esto hace que hable “con el corazón en la mano” de muy pocas cosas, pero eso sí, con mucha fuerza y machaconería.*

¿Quién fue más escéptico ante el proyecto, el Gobierno de Canarias, el central... o la propia comunidad astrofísica española?

*Creo que hubo muchos escépticos en todas partes. Pero ganamos los soñadores una vez más. Comprendo que no era fácil creer en que el IAC, con la parca experiencia de haber construido un pequeño telescopio de 80 cm. fuese capaz en solitario, porque arrancamos en solitario, de construir un telescopio-catedral de más de 10 m. de espejo primario. Tampoco los colegas extranjeros creían que los españoles íbamos a ser capaces de una cosa así. Hasta dijeron que, muestra evidente de nuestra incapacidad, era el bajo coste del proyecto. Pues se ha hecho a muy bajo costo, para los estándares de este tipo de instrumentos. Y, ahora, cuando el GTC es una realidad evidente y atractiva, las instituciones más prestigiosas vienen a negociar su participación.*

*La vida me ha enseñado que, aún cuando esté totalmente operativo el telescopio, habrá quienes no quieran reconocer el éxito. Así somos.*

*“He sufrido muchas,  
muchas veces,  
con el Gran Telescopio”*

Confiese que usted también sufrió pensando “Esto no sale...”

*He sufrido muchas, muchas veces, con el Gran Telescopio, pero por pensar que no iba a salir adelante... sólo en los momentos previos, antes de que tuviésemos todos los permisos oficiales y los dineros estuviesen disponibles.*

¿Le molesta que le pregunten si con el GTC se verán OVNI?

*Pues sí. Me molesta constatar la incultura en el ambiente. Me molesta ver cómo de ignorantes seguimos siendo. Aunque lo disimulo y contesto tratando de ser didáctico. La verdad es que los investigadores no podemos ser petulantes: primero, porque bien sabemos lo poco que sabemos; después, porque gran parte de culpa de la ignorancia científica de nuestros conciudadanos es nuestra.*

Dijo que se jubilaría tras la inauguración del GTC. ¡Pero si ahora empieza lo bueno!

*Ése es mi compromiso en relación a continuar al frente del IAC. Me jubilaré como director, lo cual no implica que deje de estar muy interesado en participar en hacer avanzar nuestro conocimiento del universo. Yo empecé haciendo investigación cuando andaba por el penúltimo año de la licenciatura, y me gustaría terminar mi vida de la misma manera.*

*Claro que ahora empieza lo bueno y lo divertido, y llevamos años estimulando a la comunidad del GTC para que este momento nos coja preparados. Debemos ser capaces de hacer ciencia de primera desde que el telescopio apunte al cielo y pueda medir con sus primeros instrumentos. Ése será el verdadero comienzo del GTC. En esta línea van los tres congresos internacionales ya realizados bajo el título de “Ciencia con el GTC”.*

*En lo que a mí respecta, mi intención es subir a observar con los primeros grupos que utilicen el Gran Telescopio CANARIAS, y disfrutar después de tantos avatares. Creo que me merezco ese gozo.*

Para el final, añada lo que quiera.

*El haber sido capaces de que España construyese, aquí y ahora, este telescopio, el más avanzado de su clase, es una hazaña muy notoria. Traduciéndola al lenguaje deportivo, podría ser equivalente a haber obtenido más de diez “medallas de oro” en unos juegos olímpicos. Y desde luego la proeza tecnológica se debe a las gentes de la “Oficina del Proyecto”, encabezada por su Director el Dr. Pedro Álvarez y con el Dr. José Miguel Rodríguez Espinosa como Científico del Proyecto. Naturalmente, hay muchas más personas detrás, desde las consecutivas autoridades responsables de la política científica, hasta el personal del IAC, pasando por el de las empresas involucradas, etc. etc. Todas fueron necesarias.*

*Es un proyecto en el que muchos hemos intervenido, pero quiero subrayar, que su realización material ha sido posible gracias a la calidad profesional y humana de las gentes de la “Oficina del Proyecto”.*

## “En un proyecto como éste se aprende mucho”



¿Recuerda su estado de ánimo cuando supo que se ocuparía de este proyecto? Y ¿Cómo es el actual?

*Hace ya mucho tiempo de eso. Pensemos que esta aventura se remonta a 1988. Ya en esas fechas hablábamos de construir un telescopio gigante de 8 metros. ¡Un reto para cualquiera! El proceso ha sido muy largo hasta que se lanzó definitivamente la construcción del GTC, en 1998, lo que ha posibilitado que lentamente uno se haya ido haciendo a la idea de afrontar este proyecto. Sí es cierto que con la creación de la empresa GRANTECAN, en 1994, el reto ya parecía inevitable. En esos momentos mi preocupación era, posiblemente, miedo al fracaso. El IAC, en su desarrollo, me ha acostumbrado a afrontar continuos retos, pero este parecía el más grande de todos. Esos miedos, cuando surgían, pronto se disipaban. Probablemente, debido a la frenética actividad del proyecto y, sin dudarlo, debido a que contaba con un puñado de estupendos colaboradores que dejaron estables puestos de trabajo para construir el telescopio más grande.*

Seguro que ha aprendido mucho en estos años. ¿Qué hubiera preferido no tener que aprender?

*En un proyecto como este se aprende mucho. Sin dudarlo, de telescopios y de las tecnologías asociadas, además de gestión y de organización de equipos humanos. También en el trato con empresas de primera línea, nacionales y extranjeras, y en el contacto con expertos durante las duras y críticas sesiones de revisión externa. Quizá lo que no conocía, o que no había sentido tan próximo, y que me ha dolido conocer y afrontar es la mezquindad de algunos. Unos, persiguiendo un beneficio personal a cualquier precio, aun a costa de este proyecto. Otros, dedicados a desmerecer las luces, siempre señalando las sombras.*

Lo mejor y lo peor de su experiencia con la industria española y no española.

*La experiencia tenida con la industria, tanto española como extranjera, ha sido buena. Es un terreno donde las reglas del juego están establecidas. Si te las sabes, estás preparado para todo. Como todas no me las sabía, algunas me cogieron de sorpresa. Gracias al buen trabajo de todos en GRANTECAN ninguna de estas sorpresas nos llevó a problemas irreparables aunque sí he de reconocer que tuvimos nuestros sustos.*

*Lo mejor, los amigos que han quedado. Lo peor... no sabría identificarlo. Me olvidó con facilidad de los malos tragos. Eso también ayuda.*

*“Me olvidó con facilidad  
de los malos tragos”*

Como sabemos que quiere hacerlo, le animamos: alabe a su equipo.

*No puedo por menos que alabarlos. Eso es cierto. ¿Qué se puede decir del equipo humano que ha concebido y construido el mayor y más avanzado telescopio del momento? Únicamente, ¡que es muy bueno! No sólo técnicamente, cosa que no puede ponerse en duda, sino humanamente. Un equipo, ahora de casi sesenta personas, que a lo largo de estos años se ha tenido que enfrentar a múltiples situaciones de todo tipo y que ha sabido salir airoso en todas ellas. Han de ser ellos los protagonistas de una celebración como es la puesta en marcha del GTC. Fíjate si hay gente buena en este equipo que hasta tenemos quien es reclamado como experto consultor por los americanos en su proyecto TMT o por los europeos para el proyecto E-ELT.*

¿Qué espera que diga la comunidad científica española e internacional del telescopio, ahora que está terminado?

*No espero alabanzas. Sería petulante. Sí espero que, una vez en operación, el GTC sea un instrumento atractivo para la comunidad científica y que con él se logre algún, o mejor muchos, descubrimientos y avances en el conocimiento del universo. Yo me inicié en la investigación astrofísica hace ya muchos años y hace también muchos años dejé de practicarla al dedicarme de lleno al desarrollo tecnológico. Será reconfortante ver cómo el desarrollo en el que he participado produce frutos en la ciencia que me ilusionó de joven.*



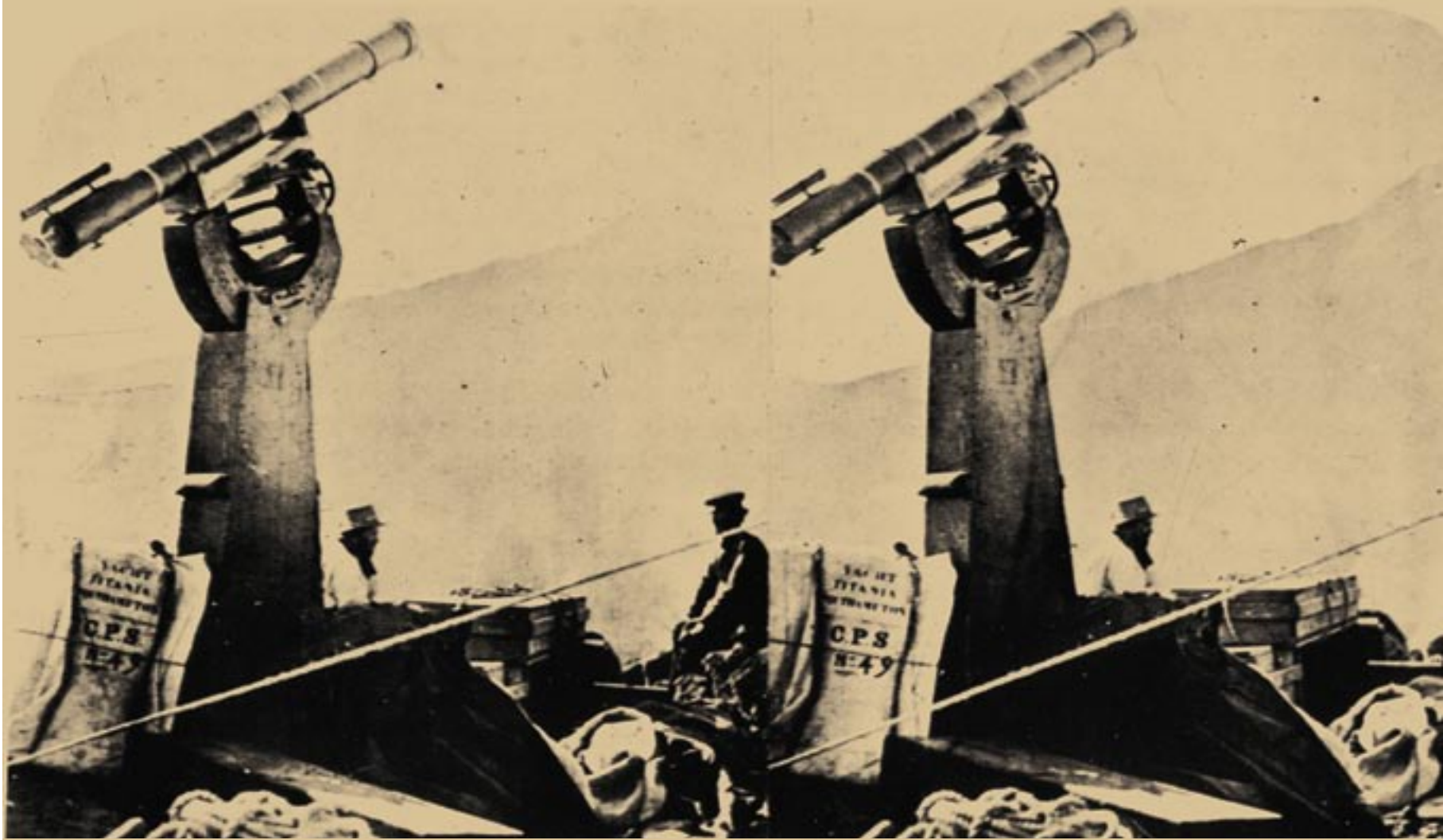






ECTIVA RET  
ECTIVA R  
ECTIVA R  
ECTIVA RE  
PECTIVA  
VA RETR  
ECTIVA R  
ECTIVA R







[RETROSPECTIVA]

## IMÁGENES QUE CUENTAN UNA HISTORIA

La hache es la única letra muda del abecedario, existe pero no se pronuncia, por lo que tiene auténtica naturaleza de fantasma. Por eso, la palabra 'historia' comienza por hache, porque a menudo nos describe un mundo remoto que ya no existe. Por lo general, hablar de tiempos pasados siempre tiene algo de nostálgico. De ahí que la hache haya permanecido en la lengua, porque cuando no está uno siempre la echa de menos.

Historia  
se escribe  
con H

Al igual que en el universo mirar a lo lejos es mirar hacia atrás, en la historia del hombre mirar hacia atrás es mirar lo lejos que hemos llegado y lo que aún nos falta por recorrer. Por eso, no se puede olvidar y, por eso, les proponemos este pequeño viaje por la historia de la astrofísica en Canarias. Los éxitos de hoy son el resultado de una historia de obstáculos que debemos tener presente si queremos saber adónde nos dirigimos.

Las historias se cuentan, sin embargo, las palabras pueden hablar mucho y decir poco. Con frecuencia se obtiene más información de una fotografía que de una biografía. Para hallar un equilibrio, hemos preferido ofrecerles esta historia en imágenes, acompañada con un pequeño texto para quien no tenga suficiente con las emulsiones químicas y prefiera las mezclas.

\*  
Cabe advertir que la historia no es siempre objetiva. A cada uno de sus protagonistas le gusta recordar las cosas a su manera. Para evitar que algunos se sientan desenfocados en el retrato, proponemos al lector un ejercicio literario, una ficción en la que los hechos históricos aparecen relatados a través de la percepción y de la mirada subjetiva de quien contempla las fotografías. En ellas no siempre aparecen sus protagonistas o bien se encuentran detrás. Es en la periferia, lo que no se ve, pero se percibe, donde la realidad cobra significado.

Las fotografías te permiten imaginar cosas y a menudo una simple imagen daría para escribir toda una novela. Como ocurre con el vino, el tiempo mejora las fotografías y llena de sentido aquello que aparece en ellas. Basta asomarse a una imagen antigua para que el pasado cobre significado. A fin de cuentas, la historia es siempre una construcción, una fábula, un modo de buscar sentido a la azarosa y desarticulada realidad. De todos es sabido que la realidad, a veces, supera a la ficción.

Iván Jiménez, Natalia Zelman









PIAZZI SMYTH, 1856

foto = luces + sombras  
||

Jessie

La señora de negro de la foto es Jessie Duncan Smyth. En realidad, se trata más bien de una sombra la de su marido, el astrónomo escocés Charles Piazzi Smyth. De él fue la idea de organizar la primera expedición genuinamente astronómica a las Islas Canarias en 1856. La vida es como la fotografía en blanco y negro, a unos les toca las luces y otros las sombras. Charles ha pasado a la historia como el precursor de los observatorios de montaña que se construyeron a lo largo del siglo XX. De Jessie, en cambio, apenas ha quedado esta imagen, con la cara oculta tras la pámela y sin mirar siquiera a cámara.

La presencia de Jessie tiene algo de espectral, como una psicofonía que nos sobrecoge. El pobre Charles quiso hacer una foto familiar y le salió un fantasma. A fin de cuentas, de eso trata la astronomía, de retratar ecos del pasado y objetos ocultos; luces y sombras. Tal vez, simplemente Jessie no quería salir. Si no, observen con lupa su expresión, su desinterés. Aunque es una foto de exterior, hay algo de bodegón en la imagen que sugiere un microcosmos de intimidad doméstica. De hecho, la pareja estaban recién casada y disfrutando de su luna de miel en la isla de Tenerife. Pero no se alojaron en ningún complejo turístico o camping, [como sugiere la tienda de campaña que se ve detrás], sino en lo alto de Guajara, a 2.717 m, en un refugio construido con gruesos muros de piedra para protegerles de los fuertes vientos que en muchas ocasiones levantaban las casetas y tiraban los instrumentos y las cámaras. Debido a estas molestias, Piazzi Smyth decidió instalarse, poco después, a una mayor altitud, a 3.250 m, en Altavista.

La idea de Charles de viajar a un lugar elevado para las observaciones astronómicas estaba basada en la sugerencia, hacia más de un siglo, de Sir Isaac Newton de que los telescopios debían ser instalados en las cumbres más altas donde la atmósfera fuera más serena y estable. Convencido de la viabilidad del proyecto recurrió a amigos y conocidos, entre ellos el prestigioso astrónomo John Herschel, y pronto encontró el favor de todos los círculos e instituciones científicas de Londres y Escocia que, finalmente, promocionaron su viaje. Lo que no sabemos es cómo pudo convencer a Jessie de que le acompañara a una isla en medio del océano, subir tres mil metros de alturas cargando, con ayuda de mulas, dos grandes telescopios del observatorio de Greenwich e instalar un emplazamiento en un paisaje petrificado. Sin embargo, a tenor del destacado papel que ocupó en la expedición, Jessie no debió de poner muchas pegas.

En una época en que las mujeres no estaban permitidas en las Universidades, Jessie, hija del conocido pintor y retratista Thomas Duncan, desarrolló un notable interés por la geología que le condujo, a los 29 años, a trasladarse a Edimburgo para asistir a las clases que impartía Alexander

H<sup>2</sup>

(1792-1871)

Altavista  
Pico Teide ▲ 3.250  
3718  
Guajara ▲  
2717

(1643-1727)



Rose, un experto geólogo con el que también aprendió mineralogía. Tras sus estudios inició un periodo de viajes por Europa e impartió conferencias. En alguno de sus viajes llegó a ser huésped del padre de Charles, lo que hizo posible que se conocieran. Jessie era una mujer entregada a la ciencia y amante del viaje y la investigación, y puede pensarse que se trataba de la mejor compañera para Charles, a pesar de que al principio él se opuso al matrimonio.

Durante los 65 días que Piazzi Smyth, su mujer y sus ayudantes permanecieron en las Cañadas del Teide, no hubo descanso. Se tomaron mediciones ~~meteorológicas~~ meteorológicas de la zona, se <sup>LEYERON</sup> ~~hicieron~~ a cabo observaciones de la Luna (las primeras infrarrojas), de otros planetas, de las estrellas dobles, de la luz zodiacal y de la luz ultravioleta del Sol. Además, Smyth redactó un amplio informe geológico y de historia natural y documentó toda su expedición a través de un centenar de fotografías estereoscópicas, un tipo de imágenes obtenidas mediante una cámara de dos objetivos situados a una distancia similar a la que separa los ojos que al ser contempladas con un visor adecuado producen un efecto tridimensional. (Esta imagen es una de ellas.)

Oh  
viaje

Piazzi Smyth fue un ferviente defensor de la fotografía como herramienta de ayuda a la investigación y la ciencia. Era tal su devoción por esta técnica que convirtió la publicación en 1858 de su libro *Tenerife, an astronomer's experiment* en la primera obra de la historia ilustrada con fotografías estereoscópicas. Sin embargo, a este respecto es importante destacar la contribución de Jessie, que se encargó de la mayor parte del revelado e impresión de las fotografías hechas por Charles. Pero este no fue su único cometido. Además de otras actividades domésticas, también ayudó a su marido a escribir sus observaciones, especialmente, las relacionadas con la geología. No obstante, cuando Piazzi Smyth presentó los resultados de la expedición ante el Gobierno británico y ante la Royal Society de Londres, el informe geológico fue duramente criticado por considerar que el conocimiento de Jessie era inadecuado.

\* En la foto podemos imaginar a Charles al otro lado de la cámara diciéndole a Jessie que sonría, pero ella prefirió salir enfurruñada. Tal vez, quiso inmortalizar la irritación y la rabia que le provocaba la indiferencia con la que la historia ha ignorado el trabajo de muchas mujeres como ella, relegándolas a la sombra. Tal vez, por eso mira de arriba a abajo a ese pequeño telescopio solar que está a su lado, sobre la mesa que también servía para comer; quizá se encontraba en esa situación peligrosa en la que uno desea estrellar con violencia la pantalla del ordenador contra la pared una vez que ha perdido la paciencia.

acción

Pero Jessie, en realidad, no perdió la entereza ni se resignó a la invisibilidad. Acompañó a Piazzi Smyth hasta el final de su vida en multitud de viajes, como el que la



pareja hizo a Rusia, en 1859, a través del Báltico para ver un nuevo observatorio o cuando viajaron a Egipto, en 1863, para fotografiar y realizar estudios sobre la Gran Pirámide de Keops. (Desafortunadamente) la interpretación místico religiosa que Piazzzi hizo sobre el monumento desacreditó su figura por la ausencia de argumentos científicos en sus alegaciones.

Piazzzi volvió a plantearse un nuevo viaje a Tenerife, pero se lo impidió el deterioro de la salud de Jessie. Como alternativa fueron a Madeira, en 1881. Por desgracia, sería el último viaje que el matrimonio hizo juntos. La enfermedad se aceleró y de regreso a Inglaterra ya era incapaz de andar por si sola. En 1896, Jessie murió. En la lápida Charles se despide de la que "fue su fiel y simpática amiga, que le acompañó durante 40 años en sus variadas experiencias científicas por tierra y mar en el extranjero". Cuatro años después, Charles y Jessie volvieron a encontrarse.

Iván Jiménez









JEAN MASCART, 1910

Feliciano es un hombre tranquilo, pero eso no significa que le falte coraje. Si no, cómo iba a llevar al hombro semejante mamotreto. Más parece un bazoca que lo que en realidad es... Allá en la esquina está la casa, la primitiva residencia de Guajara en la que, durante dos meses, han convivido los miembros de una curiosa expedición europea formada por alemanes, franceses, ingleses, irlandeses y austriacos.

La mayor parte son fisiólogos, a los que se suman un bioquímico, un ilustrador y un astrónomo, y todos quieren estudiar, a 2.715 metros de altitud, "las radiaciones que atraviesan la atmósfera terrestre"...

•••

El burro, al que llamaremos Tomás, tiene la cara tan difuminada como Feliciano. Pero Jean Mascart, que está detrás de la cámara, los ve claramente. Él es el astrónomo francés. Ha venido acompañando a esta misión enviada por *L'Association Internationale contre la Tuberculose*.

Desde luego, a Feliciano, deben de parecerles locos de atar. Sabe que han venido, entre otras cosas, a estudiar el paso del Cometa Halley. Lo sabe porque ya han desmontado el instrumento y eso que lleva sobre el hombro es el tubo del telescopio ecuatorial de Mascart. Pero no es por eso por lo que los cree locos... ha visto a unos fisiólogos (que pretendían estudiar el mecanismo de la respiración y la transpiración a grandes alturas y con altas temperaturas) recogiendo los gases que expiraban, caminando bajo un Sol que rajaba las piedras, tomándose las pulsaciones, ahogándose los unos a los otros mientras se tapaban la nariz y se metían tubos en la boca... De atar.

!!!

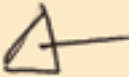
Jean Mascart ha estado observando desde el mismo punto que eligiera Piazzi Smith en 1858. Aún hace frío en estas fechas, por lo que han construido un refugio de madera. Pueden ver el Sol desde el amanecer hasta el anochecer... Y el 11 de mayo el cometa se ve con tanta claridad que "su cola brillante barre el cielo como un inmenso faro". Dice Mascart que este es un cielo privilegiado para la astronomía porque "está muy limpio."

A Feliciano seguro que le asombra dirigir sus ojos al cielo en las noches que brinda el padre Teide. Lo que no le gustará es que le carguen tanto al burro... cuando el pobre se cansa, directamente se echa al suelo y no hay quien lo mueva. Y estos visitantes traen tantas cosas que no hay manera de ir ligero. Mochilas y mochilas llenas de artilugios, cada uno con los suyos. Así que, ni corto ni perezoso, se echa el tubo al hombro y a bajar, que ya es hora.

Seguramente Feliciano se alegra de haberlos conocido. Las fotos que ha tomado Mascart del cometa Halley desde el



observatorio harán historia. El invierno ha dado paso a esta primavera que todo lo enciende. Aunque a estas alturas todo parece un paisaje lunar, rocoso y árido, un poco más abajo las retamas y los tajinastes empiezan a llamar a las abejas... Cuando les cuente a todos lo que ha visto hacer a estos científicos, no se lo van a creer.

Mascart y él se han hecho amigos. El astrónomo francés dice que volverá, que un emplazamiento así debe ser un observatorio astronómico internacional. En 1914 se declara la Primera Guerra Mundial. 

Natalia Zelman







## FRANCISCO SÁNCHEZ, LOS 60

Observen con atención esta fotografía. La imagen recuerda a un político en campaña electoral ordenando los papeles antes de comenzar su discurso. Fíjense en su posición erguida y cómo inclina ligeramente su cabeza hacia lo que parece un micrófono de los de antes. Imaginamos, fuera de cámara, una multitud de asistentes que acaban de hacer silencio tan sólo interrumpido por el carraspeo o la tos nerviosa de algunos de los simpatizantes. Sirve de atril un bloque de cemento que no es lo más elegante, pero ya se sabe que las prisas, el ir y venir de las campañas electorales siempre tienen un componente de improvisación.

Sin embargo, si les digo que nada es lo que parece y que en lugar de un mitin el retratado está observando el Sol con un piroheliómetro, seguramente se quedarán ustedes a cuadros. También se estarán preguntando qué narices es un piroheliómetro; aunque parezca un insulto, es sólo una palabra esdrújula, cómo también lo es 'parámetros' y 'atmosféricos' que unidos corresponden a lo que el hombre de la foto, Francisco Sánchez, midió desde Izaña en 1961.

En la foto hay algo que, sin embargo, no se ve: los observatorios. Tras el eclipse de Sol de 1959 que atrajo la visita de numerosos investigadores y astrónomos de todo el mundo a Canarias, se revitalizó la idea, truncada por las dos guerras mundiales, de crear un observatorio astrofísico en Tenerife. Recién licenciado, Francisco Sánchez fue contratado para comprobar si aquel cielo servía para las observaciones astronómicas. Por supuesto, los principios son siempre duros y Francisco no sólo tuvo que improvisar un trabajo del que apenas había precedentes, sino que además tuvo que acostumbrarse a vivir con su familia durante varios años a 2.400 m. de altitud en una casa por cuyas ventanas entraba la nieve y el granizo.

Sin duda, hay que tener las ideas bien claras para aceptar esas condiciones, especialmente, cuando implicaba rechazar una tentadora y muy jugosa oferta económica para trabajar en la industria del cobre. Así, el talante que se desprende en la foto no es casualidad. La historia es una metáfora incesante y habla un lenguaje de símbolos en el que muchas veces se confunde el pasado con el presente. Las fotografías, como las ventanas, son espacios abiertos al tiempo que nos ayudan a mirar. Por ello, en la imagen vemos a un científico con un piroheliómetro, pero en realidad nos está mostrando el retrato de un hombre cuya visión le llevaría a convertirse en fundador y director del IAC.

La fotografía no es lo que parece, pero lo que parece es un fiel reflejo de lo que sucedería más adelante. Después de convencer a los astrónomos de la excelente calidad del cielo de Canarias, hay que tener madera de líder para impulsar un primer grupo de investigación astrofísica del país y darle proyección mundial, y para promover la idea de

*Instituto de  
Astrofísica de  
Canarias*





un observatorio internacional y que la comunidad científica instale sus telescopios en las Islas bajo el visionario eslogan: "Yo pongo el cielo, tú los telescopios".

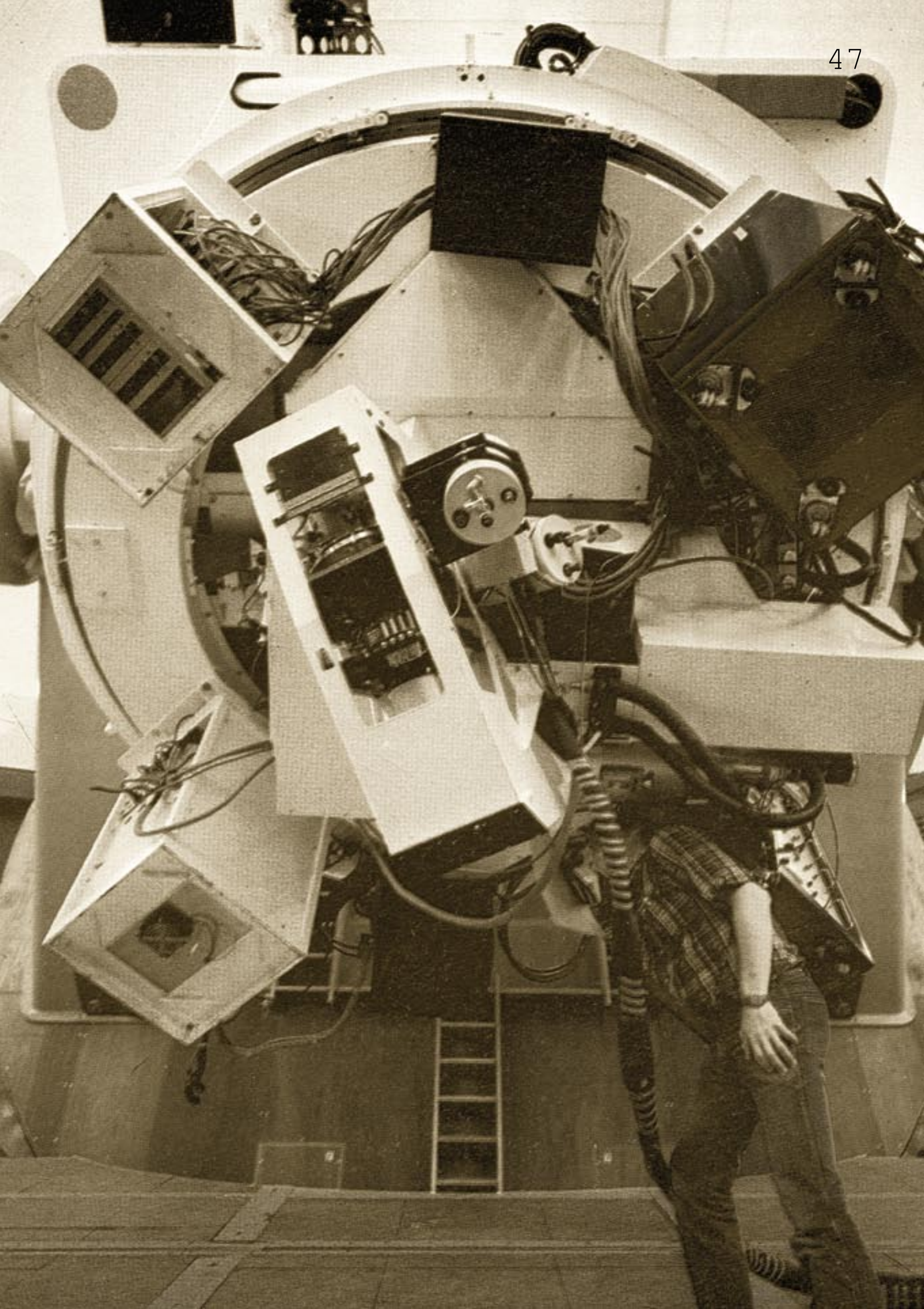
Esta foto inaugura la década de la prospección astronómica en España. En aquel momento se creó el campo de cultivo que propiciaría, más adelante, que al observatorio le empezaran a crecer telescopios como setas. Así, poco después de que fuera tomada la instantánea, en 1964, se instaló el primer telescopio profesional en el Observatorio del Teide, proveniente de la Universidad de Burdeos, con el que empezaron a realizarse las primeras investigaciones astrofísicas avanzadas. Más tarde, en 1969, se sumaría el primer telescopio solar y nacería así el primer grupo de investigación de Física Solar del observatorio. En los siguientes años el crecimiento fue imparable hasta llegar a la actual batería de telescopios.

Esta foto es del tipo que cuando apartas la vista parece que te observan y cuando vuelves a mirarla sientes que el retratado ha agachado rápidamente la cabeza. Es como si tratara de decirnos algo incluso cuando no miramos. Tal vez, en aquel momento Sánchez ya estaba convencido de la calidad excepcional del cielo que estaba estudiando y desde la foto trataba de dar una lección de profesionalidad a aquellos conocidos astrónomos que años atrás, y sin siquiera molestarse en hacer una estadística fiable, habían desprestigiado las cualidades de observación de la zona por estar potencialmente expuesta al polvo procedente del Sáhara.

Todo instante, como el capturado en esta foto, es símbolo de otro. Con frecuencia, lo grande habla a través de lo pequeño, al igual que los astrónomos ven el universo por el ojo de la cerradura. Esta discreta imagen de Francisco Sánchez es una metáfora de las enormes proporciones que más tarde tomaría su empresa. Quién le iba a decir que la simple observación del Sol con un piroheliómetro acabaría desembocando en la constitución del Observatorio Norte Europeo y en un lugar de referencia mundial para la astronomía. Quién podía sospechar que todo comenzaría con un eclipse solar y que la Luna al retirarse dejaría pasar la luz que capturaría este instante para siempre.

*= fotografía?*  
Iván Jiménez







## TELESCOPIOS, LOS 70 Y 80

He aquí un hombre en el instante de ser devorado por una máquina. O mejor, dada sus proporciones, he aquí una máquina tragándose lo que queda de un hombre. Posiblemente a la tecnología le pase con las personas como a nosotros cuando intentamos comernos un trozo de chocolate sin masticar, que les resulta imposible resistirse a la tentación de hincar el diente a algo tan apetecible. Esta imagen tiene algo épico, como esas pinturas antiguas de San Jorge enfrentándose al dragón, salvo que los dragones son mitos y las máquinas una realidad que están convirtiendo el mundo en una pequeña tienda de los horrores donde por muchas copias de seguridad que se hagan uno nunca está a salvo.

No menos inquietante es el pie de foto que aparece en el libro de donde ha sido rescatada<sup>1</sup>: "El aparato reemplaza al ojo del astrónomo en esta era electrónica". Es decir, no le está devorando, sino que se está transformando en máquina. ¿No les parece sobrecogedor? Existe una cita según la cual el ojo por el que Dios nos mira es el mismo por el que nosotros le vemos. Quizá, Dios necesita gafas para vernos o no se entiende que los astrónomos tengan que sacarse los ojos y dejarse engullir por instrumentos tecnológicos para corregir su miopía.

La foto fue tomada a mediados de los 80 y corresponde al telecopio Isaac Newton (INT). Inaugurado en 1967 por la Reina Isabel en Herstmonceaux (Gran Bretaña), el telescopio emigró a la isla de La Palma en busca de mejores condiciones para la observación. El traslado se planeó durante la década de los 70, cuando el IAC nace y se inaugura una época de negociaciones con diversas instituciones científicas europeas a través de las cuales se abren los observatorios a los telescopios más avanzados.

Si bien el Observatorio del Teide fue el embrión de todo, a su vez, los estudios de calidad atmosférica situaron La Palma como otro candidato astronómico donde localizar los telescopios. Concretamente en el Roque de los Muchachos, a 2.423 m. de altitud. Sin caminos ni infraestructuras, al principio las condiciones de trabajo eran similares a las primeras expediciones en el Teide. Hasta que, en 1976, comenzaron las obras de construcción de la carretera de acceso. A partir de entonces, cada año se fueron sumando nuevos países en los acuerdos de cooperación, llegando a sumar en la actualidad más de 18 naciones y 60 instituciones científicas que constituyen el Observatorio Norte Europeo.

La reinauguración del INT tuvo lugar en 1985, coincidiendo con la inauguración oficial del Instituto de Astrofísica y los Observatorios, y en presencia de los monarcas de cinco países europeos y los presidentes de otros

<sup>1</sup> Observatorios Astrofísicos de Canarias. Instituto de Astrofísica de Canarias. La Laguna. 1985

Introducción

70

80

había que subir con muletas



*Máquinas vs. Cuerpo Humano*

dos. Como ven, los telescopios poco se parecen a los de antes, en los que uno vigilaba los movimientos del Cosmos arrimando el ojo, como quien observa un desnudo tras el ojo de la cerradura. Ese conglomerado informe de cajas, que parece sacado de un cuadro cubista, es la parte trasera del telescopio, lo que se llama foco Cassegrain, donde están situados los instrumentos y recipientes de nitrógeno para enfriar los sensores. Esta jerga tecnológica es como si habláramos de los órganos del aparato digestivo del telescopio.

*Máquinas*

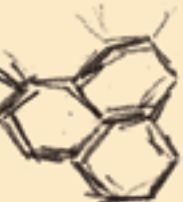
A menudo la palabra 'maquinaria' siempre viene seguida del adjetivo 'perfecta'. Como un reloj, si una pieza no es necesaria es que sobra; todo es esencial. Ése es el éxito de la tecnología, que entre ella y la realidad nunca se interpone esa lacra imperfecta que es el cuerpo. Uno ha oído hablar de gente a la que han extirpado la vesícula, un riñón, el apéndice o la muela del juicio y, en cambio, continúan viviendo. El cuerpo está lleno de cosas superfluas que poseemos por puro coleccionismo. Las máquinas, en cambio, tienen lo que hay que tener. Está claro que no se puede ir a ningún sitio sin un cuerpo, pero tampoco podemos llegar muy lejos con sus excesos.

Y ésta es la esencia de los telescopios. Los astrónomos saben que, a pesar de toda su complejidad, la vista, como el resto de sentidos, apenas es capaz de captar una estrecha franja de la realidad que nos rodea. Por ello, son necesarias las prótesis, accesorios para reparar defectos y llenar ausencias. Los científicos no han parado de perfeccionar la técnica para observar la noche de la forma más eficaz y estable. El GTC es, por ahora, el último paso. Su historia comienza poco después de que se tomara esta foto, cuando en 1987 se inaugura, también en La Palma, el telescopio anglo-holandés "William Herschel", el mayor de los instalados en Canarias, y surge la idea de iniciar un proyecto similar liderado, esta vez, por Reino Unido y España. Pero si ya les parece monstruosamente grande el telescopio de la foto, con 2,5 m de diámetro, imaginen un espejo de más de 10 m.

Como es imposible manipular un espejo único de ese tamaño, los científicos tuvieron que buscar una solución técnica: convertir el espejo en un puzzle de piezas hexagonales. A veces los hallazgos tecnológicos guardan similitudes con cosas que ya estaban inventadas antes de que el hombre pensara en ellas. Si no, analicen la mirada de ese ser pelmazo que golpea nuestra ventana con insistencia: la mosca. Un par de ojos semiesféricos compuesto por seis mil lentes hexagonales que funcionan como una unidad individual para detectar luz. ¿No les recuerda a algo?

En resumen, en un mundo que depende de teclas y circuitos integrados es de esperar que la tecnología nos acabe engullendo, como ya está invadiendo los diccionarios. Si no hubiéramos salido de la caverna nada de esto nos

GTC







hubiera sucedido, pero el malestar es el motor del progreso y siempre creemos que la felicidad está en algún otro sitio. Los astrónomos son los que han querido ir más lejos en su cometido de dar respuesta a las grandes preguntas que afligen al hombre. Pero la tecnología, lejos de devorarnos, es nuestro mejor aliado. Lo que realmente nos muestra la foto es que los astrónomos son capaces de llegar con el destornillador a todas partes. Sólo ajustando las piezas podemos llegar a entender la compleja maquinaria del universo.

*¿Quiénes somos?  
¿De dónde venimos?  
¿Estamos solos?  
etc.*

Iván Jiménez





SAFIO DE  
FIO DESA  
SAFIO DE  
SAFIO DE  
AFIO DESA  
ESAFIO  
O DESAF  
SAFIO DI





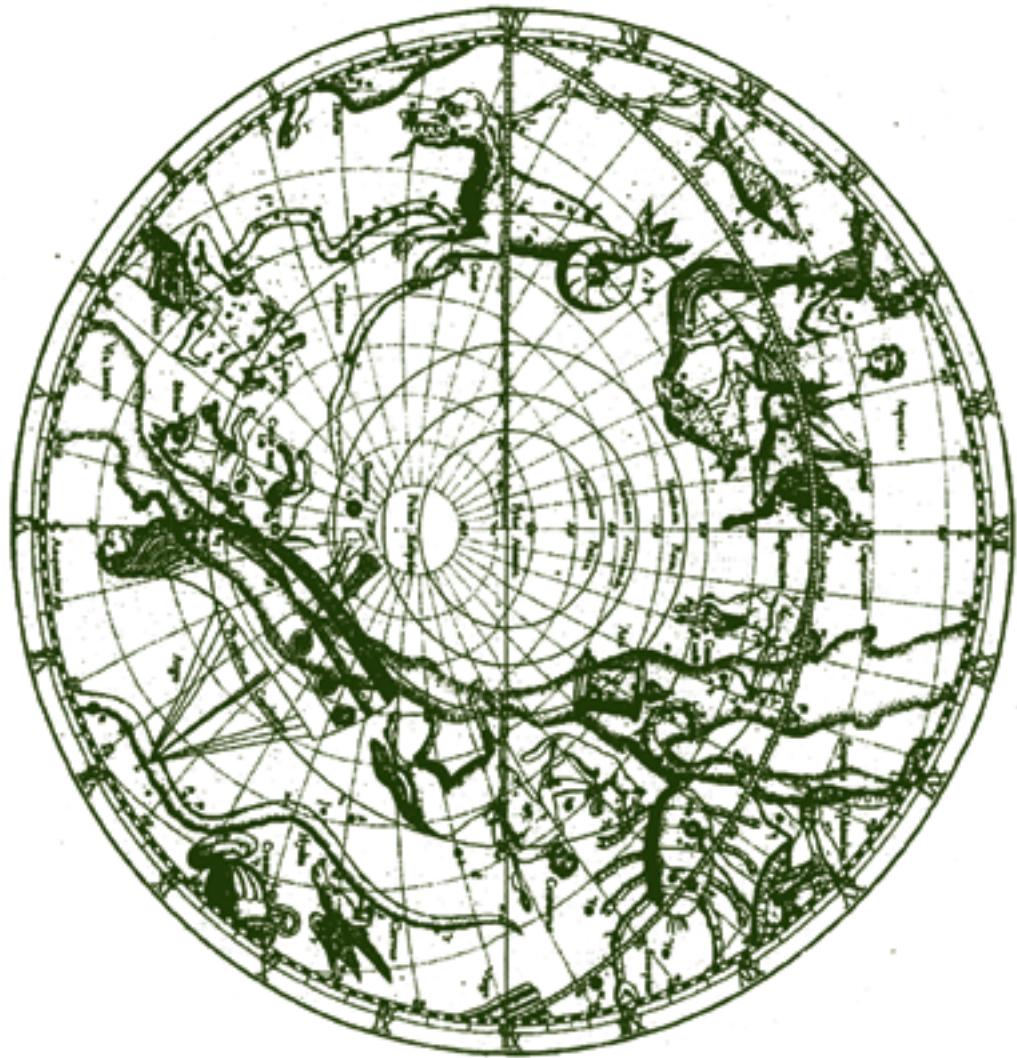
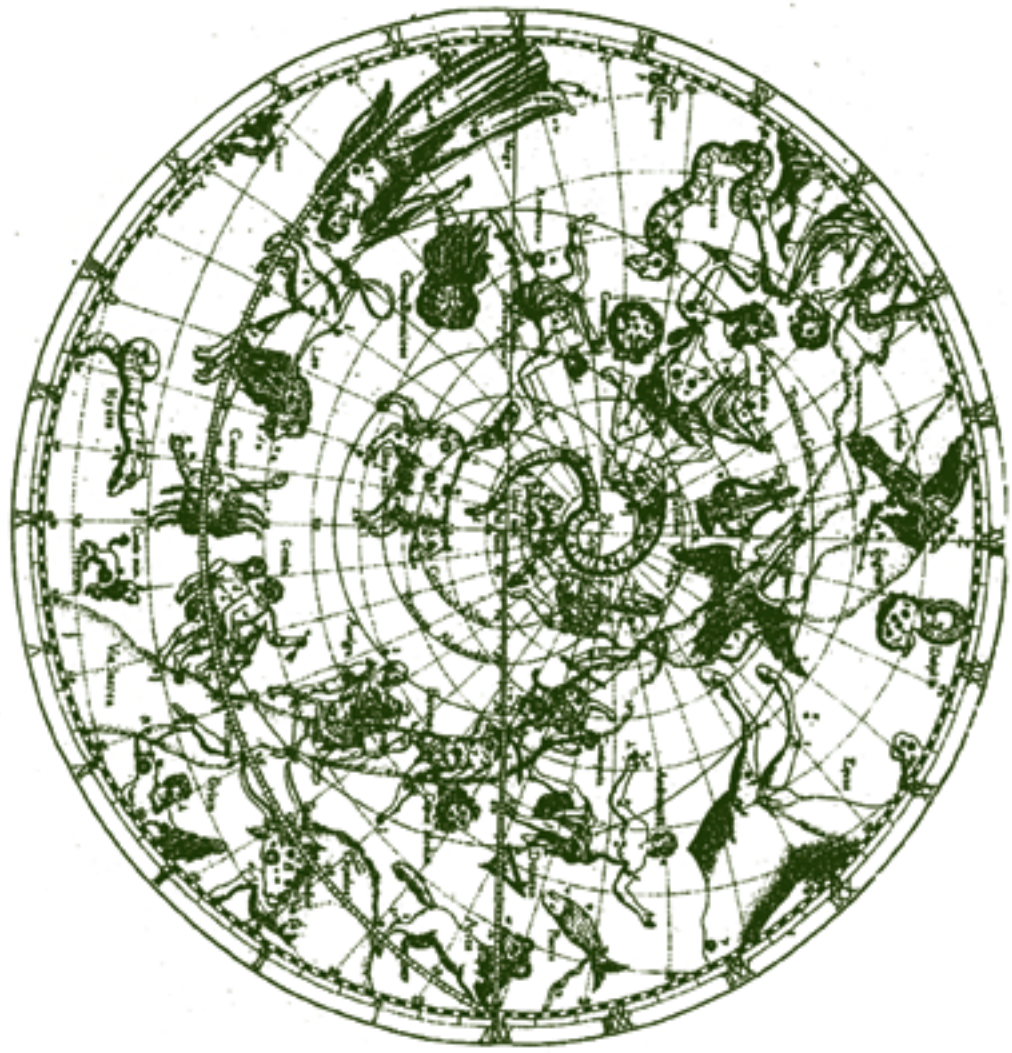


## DE CÓMO EL TELESCOPIO ACELERÓ LA CIENCIA

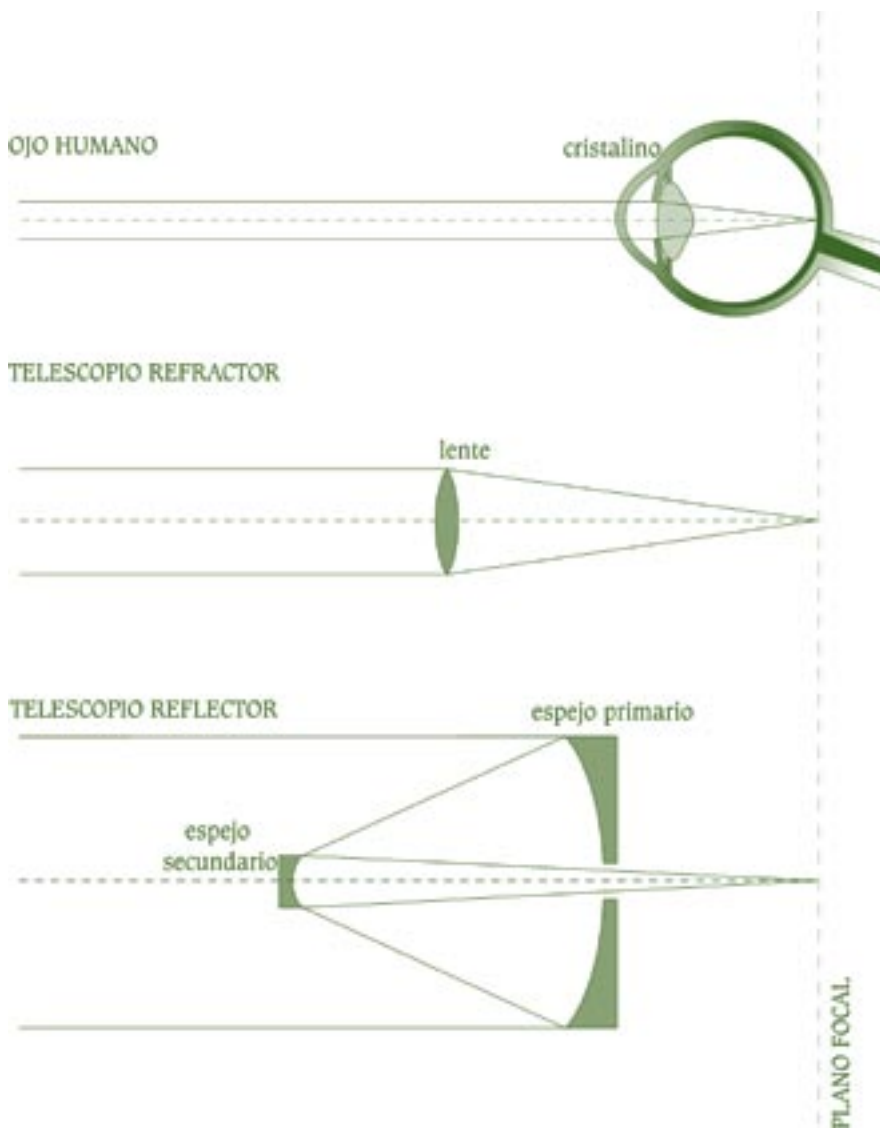
¿Conocen esas ilustraciones en las que un señor con barba, mezcla de rey mago y Merlín, observa a través de un telescopio reluciente? Esas que parecen remitirnos a los astrónomos babilonios... Pues son una estafa. La verdad, aunque decepcione, es que no hace falta remontarse a ningún siglo antes de Cristo para hallar el origen del telescopio: se trata de un invento moderno, de principios del siglo XVII, y los expertos aún se preguntan por qué a nadie se lo ocurrió alinear dos lentes con anterioridad –y eso que se habla de ellas en textos griegos del siglo V a.C. –. Los profanos, que no imaginamos la astronomía sin telescopios, nos preguntamos otras cosas: ¿cómo se las arreglaron entonces los astrónomos chinos para elaborar el primer atlas de los cometas en el siglo IV a.C.? ¿O Hiparco de Nicea para componer, dos siglos después, un primer catálogo de estrellas tan completo que no halló competidor hasta 1677? Tan sencillo como sorprendente: ¡a ojo! Durante siglos se emplearon instrumentos para establecer la posición de los astros –mucho más complejos que el telescopio, echen un vistazo al astrolabio– pero no había nada que aumentara los objetos.

Así, durante catorce siglos, y a pesar de los precursores de la teoría heliocéntrica, como Aristarco de Samos (s. III-IV a.d.C.), la humanidad creyó que la Tierra ocupaba el centro del universo a partir de observaciones a ojo: el griego Ptolomeo, en el siglo II, situaba la Tierra cerca de un centro común, rodeada por las órbitas del Sol, la Luna, los cinco planetas conocidos y la esfera de estrellas fijas perfecta e inmutable. También sin telescopio surgió alternativa: Nicolás Copérnico proponía, en el siglo XVI, un sistema planetario donde todos los cuerpos giraban en torno al Sol. ¡Catorce siglos para determinar dónde está nuestro planeta! Y zanjar la cuestión no resultó sencillo: había que demostrar que los griegos se equivocaban sin enfadar demasiado a la Iglesia, convencida de que todo giraba alrededor de la Tierra. Aquí intervinieron la suerte y el empeño de un astrónomo danés, Tycho Brahe, cuyo trabajo se considera el pináculo de la observación a simple vista. Brahe descubrió, en 1572, una “estrella nueva” en la “inmutable” esfera celeste: “estaba tan sorprendido que no me avergoncé de dudar de la fiabilidad de mis ojos”, escribió en sus diarios (algunas versiones aseguran que pidió a su vecino que le pegara para comprobar que no estaba soñando). Su estrella nueva –hoy sabemos que era una supernova, o la explosión de una estrella moribunda–, arruinó para siempre las teorías griegas de un universo sin cambios. Al morir Brahe, su asistente Johannes Kepler heredó sus registros y confeccionó, a partir de un esquema con el Sol como centro, tres leyes que permitían predecir con exactitud la posición de los planetas, algo que ningún sucesor de Ptolomeo logró jamás.









Pero en 1608, el mismo año en que Kepler luchaba por publicar su revolucionario manuscrito, el óptico holandés Hans Lippershey presentaba en la oficina de patentes de La Haya un nuevo artilugio, el telescopio, que permitía aumentar los objetos mediante la alineación de varias lentes. Curiosamente, la patente le fue denegada porque otros dos individuos habían presentado ideas similares y porque el instrumento les parecía muy fácil de copiar. Seguro que Galileo opinaba igual, porque tras conocer el invento fabricó uno y lo apuntó al cielo; con él descubrió las manchas del Sol, los cráteres de la Luna y los cuatro satélites mayores de Júpiter. También Johannes Kepler construyó el suyo, e incluso introdujo mejoras. La capacidad de los sucesivos telescopios aumentó vertiginosamente y, tras siglos de lentitud, la astronomía exhibió una velocidad inusitada. Los descubrimientos se pisaban los talones y los secretos del cosmos, como la composición de las estrellas o el tamaño de la Vía Láctea, dejaban de serlo. Armados con sus telescopios, los astrónomos descubrieron que muchas de las nebulosas conocidas eran galaxias como la nuestra que, además, se alejan unas de otras e indican que el universo se expande (1929); comprobaron que los objetos astronómicos no sólo emiten luz visible, sino que pueden observarse en otras longitudes de onda, como las de radio (1931); descubrieron los cuásares, galaxias con inmensos agujeros negros en sus centros que emiten tanta luz que podemos detectarlas a pesar de hallarse en los mismísimos confines del universo (1960); enviaron telescopios más allá de la atmósfera terrestre y pudieron investigar los fenómenos más energéticos del Cosmos (1962); observaron que una radiación muy fría que inunda el universo constituye un resto fósil de sus primeros instantes (1964); detectaron el primer púlsar, una estrella muy compacta que, mientras gira en milésimas de segundo, emite energía concentrada en haces muy estrechos y parece pulsar (1967); descubrieron los primeros planetas más allá de nuestro Sistema Solar, primero en torno a un púlsar (1992) y después alrededor de una estrella como el Sol (1995)...

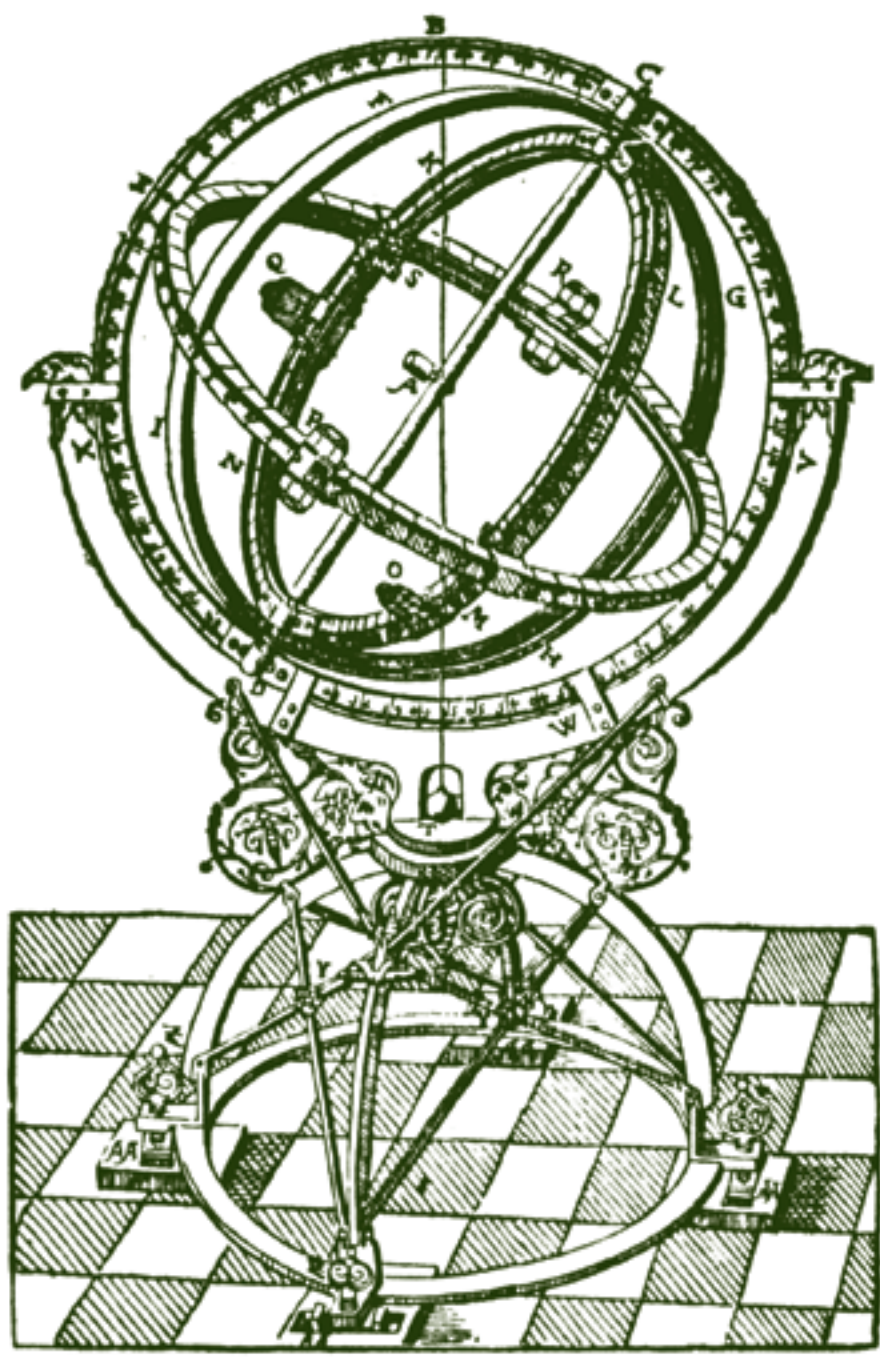
Pero el universo parece celoso de su intimidad: a medida que se desvelaban sus secretos brotaban nuevas preguntas, y con ellas la necesidad de instrumentos de observación más potentes y precisos.

Y así llegamos al Gran Telescopio CANARIAS, diseñado para ver lo que ahora se nos oculta.

*Por Silbia López de Lacalle*



ARMILLÆ ALIÆ ÆQVATORIÆ.



EXPLI-





## HISTORIA DEL GRAN TELESCOPIO CANARIAS. LA GESTACIÓN DE UN GIGANTE

En todo gran proyecto surgen obstáculos, y el Gran Telescopio CANARIAS no constituye una excepción. Imaginé que podría empezar poniendo ejemplos: hablar de cómo Cassegrain, autor de un diseño de telescopio que incorporan casi todas las instalaciones actuales, murió sin conocer el éxito de su invento debido a la desaprobación de Newton. Y así ilustrar la desconfianza que ensombreció los primeros años del GTC. Pero, al indagar un poco en su historia, tan colmada de dificultades que asombra este final feliz, la palabra “odisea” ganaba terreno: un viaje largo, en el que abundan las aventuras adversas y favorables al viajero... Unas aventuras que, quizá, resulten más amenas por partes:

1980

## CANTO I. LA INCREDELIDAD

La gestación del GTC se remonta a finales de los años 80, cuando el Royal Greenwich Observatory (Reino Unido) terminaba la construcción del telescopio William Herschel en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma. La colaboración entre esta institución británica y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) se tradujo en la propuesta de construcción de un telescopio de ocho metros al Comité Científico Internacional del IAC. Se trataba de un proyecto para dotar al Observatorio del Roque de un telescopio de última generación, un proyecto que además animaría a la industria española a implicarse en el desarrollo de tecnología para un área científica de vanguardia.

Los primeros problemas surgieron enseguida: en 1990 el Reino Unido decidió emprender un proyecto similar con Estados Unidos, a quien parecía considerar un socio más seguro. “Nos quedamos compuestos y sin novio”, recuerda Pedro Álvarez, director de GRANTECAN S.A. “Sin socios, sin financiación... y sin que la idea cuajara en Europa porque la principal organización astronómica europea, el Observatorio Austral Europeo (ESO), estaba metida de lleno en la construcción de otros cuatro telescopios de ocho metros, los VLT, en Chile”.

El IAC, en su búsqueda de nuevos apoyos para el proyecto, se encontró con la incredulidad allá donde presentaba la idea, especialmente en las Administraciones españolas, donde se mezclaba con el miedo al ridículo. “Pero nosotros creíamos en nuestras propias fuerzas y capacidades –recuerda Francisco Sánchez, Director del IAC–, y teníamos el firme convencimiento de que era lo que la astrofísica española necesitaba para ocupar un lugar en el vagón de cabeza de esta rama de la ciencia”. Y no desistieron.

## CANTO II. EL AMPARO

A pesar de los obstáculos, el Gobierno Canario asumió el riesgo y apoyó el proyecto: en 1994 creó la empresa GRANTECAN S.A. y financió un estudio que revelaba, en 1995, las ventajas de construir un telescopio de diez metros segmentado en lugar de uno de ocho metros: de coste similar, el diez metros ganaba un 50% en superficie colectora –la pupila del telescopio–, y ya se adivinaba, tras el éxito de los Keck hawaianos –dos telescopios segmentados gemelos–, que esta tecnología se impondría en el futuro. Por el contrario, los telescopios de ocho metros habían llegado a su límite con otros dos telescopios gemelos, los Gemini, y los responsables de GRANTECAN optaron por el futuro. Mejor ser el segundo de los segmentados que el último de los ocho metros.

1994

1995







1996

### CANTO III. EL ESBOZO

En el 1996 el Gobierno Español decidió participar en el proyecto y entró a formar parte de GRANTECAN S.A. junto al Gobierno Canario. Se inició el estudio en detalle, que culminó con el diseño conceptual vertebrado en torno a unas ideas básicas: el Gran Telescopio CANARIAS debía ser un telescopio mayor de diez metros con la mejor calidad óptica posible, gran fiabilidad técnica y excelente eficacia observacional (que viera muy bien, que no se estropeará y que aprovechara al máximo el tiempo de observación). Para alcanzar estos requerimientos, el GTC incluye sistemas que compensan las turbulencias atmosféricas, un programa de mantenimiento preventivo que evita la parada por fallos, y un sistema automático que decide, según las condiciones atmosféricas, la observación que conviene realizar. Estas prioridades se impusieron en discusiones científicas, tomando como ejemplo las grandes instalaciones existentes.



1998

#### CANTO IV. EL PACTO

Pero se trataba de la primera vez que España dedicaba tanto dinero a un proyecto en ciencia y la desconfianza persistía: en 1998, el Comité de Grandes Instalaciones, que dos años antes sentenciaba que el proyecto debía estar dirigido por especialistas extranjeros, matizaba que había que fomentar la participación internacional y recomendaba un 30% de inversión extranjera. Así se gestó la colaboración con los socios actuales, México y Estados Unidos, el primero a través del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), y el segundo a través de la Universidad de Florida. Hubo, no obstante, solicitudes de otros países que no llegaron a cuajar, como las de Francia, Reino Unido, Finlandia o India. Pero México y Estados Unidos fueron los primeros en ofrecer un apoyo firme y su experiencia en el diseño de instrumentos constituía un gran aval.

A mediados de los noventa se estuvo a punto de que el Observatorio Austral Europeo (ESO, siglas en inglés) participase en la construcción del GTC: España pagaba con ello su cuota de ingreso en la organización internacional y ESO se abría al Hemisferio Norte, al tener telescopio compartido en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

1999

## CANTO V. CAMINO DE NO RETORNO

Después el diseño se segmentó en varios “bloques” –la vitrocerámica del espejo, la cúpula, la obra civil, la estructura mecánica y el pulido de los espejos–, y se firmaron los grandes contratos, que consiguieron en un 70% en empresas españolas, en licitaciones internacionales abiertas. La firma, en junio de 1999, del contrato de suministro de los segmentos del espejo primario de diez metros marcó el punto de no retorno en la construcción del Gran Telescopio CANARIAS, camino que se abrió del todo cuando el 2 de junio del 2.000 S.A.R el Príncipe de Asturias colocó la “primera piedra”.

2000



## EPÍLOGO. LA OPORTUNIDAD

Ante casi una década de dificultades consecutivas, resulta inevitable preguntarse hasta qué punto era necesario un esfuerzo así. En aquella época España estaba “huérfana” en astrofísica: no formaba parte del Observatorio Europeo Austral (ESO), sus instalaciones astronómicas, como las de Calar Alto o Canarias, se debían a inversiones extranjeras y ninguno de los grandes instrumentos de nueva generación iba a instalarse en España o contaba con participación española. Existía la demanda, por parte de los científicos, de una inversión fuerte en astrofísica, pero desde siempre se apostaba por la entrada en ESO porque parecía más fácil que construir un telescopio. “Lo curioso -comenta Pedro Álvarez- es que por hacer el telescopio vamos a entrar en ESO; de hecho, un 25% de la factura de ingreso, unos 15 millones de euros, se paga con el Gran Telescopio CANARIAS”. Pero no sólo se trata de tiempo de observación: como apunta el Director de GRANTECAN S. A., España es hoy día el único país europeo que domina la tecnología de los telescopios de espejos segmentados, y entre los acuerdos con ESO figura el compromiso de compartir su conocimiento. Además, señala Francisco Sánchez, “el Programa Nacional de Astronomía y Astrofísica se creó y entró a formar parte del Plan Nacional de I+D como consecuencia directa del inicio del proyecto del GTC, y varias instituciones americanas del más alto prestigio tienen abiertas negociaciones para obtener tiempo de observación”.

El GTC ha conseguido, por un lado, convertir a España en la referencia obligada para cualquier telescopio segmentado, sea de diez o de treinta metros y, por otro ha demostrado una madurez tecnológica e industrial que, finalmente, ha convencido a la Administración española de la conveniencia de invertir en grandes instalaciones científicas propias. El GTC es, además, un claro ejemplo de que el desarrollo de instrumentación científica moviliza a sectores industriales que se benefician del esfuerzo innovador que demandan esos instrumentos.

## EL CIELO DE CANARIAS...

De poco vale un gran telescopio si no lo cubre un magnífico cielo. El cielo de Canarias lo es, y ello lo convierte en un valioso recurso para la ciencia y la humanidad en general. Además una 'Ley del Cielo' lo protege de la contaminación lumínica y atmosférica, controlando incluso las rutas aéreas sobre los Observatorios del Teide, en Tenerife, y del Roque de los Muchachos, en La Palma. Pocos lugares en el mundo igualan la calidad astronómica de las cumbres canarias, con sus cielos tan limpios y su atmósfera tan estable, consecuencia del régimen de los Vientos Alisios. A más de 2.000 metros sobre el nivel del mar, netamente por encima del "mar de nubes", ambos observatorios gozan de una atmósfera transparente, sin turbulencias y con una frecuencia de nubes muy baja. Y otra ventaja: el archipiélago se halla muy cerca del Ecuador, lo que permite observar todo el Hemisferio Norte y parte del Sur.



## ...Y SUS INSTRUMENTOS

Los observatorios de Canarias acogen telescopios de más de sesenta instituciones de dieciocho países, cuyo conjunto constituye de hecho el observatorio norte europeo. Desde las islas se estudian los objetos más brillantes, como los cuásares que observa el Telescopio Isaac Newton; los más ocultos, como el agujero negro del centro de la Vía Láctea cuya existencia se confirmó gracias al Telescopio William Herschel-; también objetos muy débiles, como las enanas marrones -estrellas que no llegaron a serlo y por tanto no brillan- que observa el Telescopio Óptico Nórdico; y aquellos más violentos, cuya radiación gamma estudia el telescopio MAGIC. Se confeccionan catálogos de objetos celestes gracias al Telescopio Meridiano Carlsberg, capaz de observar más de cien mil estrellas en una noche clara. Y Canarias es también un referente para la observación diurna, que se dedica en exclusiva a nuestra estrella más cercana: un laboratorio solar y cinco telescopios solares avalan al archipiélago como uno de los mejores enclaves mundiales para la observación del Sol.



*“Uno de los objetivos de proyecto no era tener un telescopio, ése es el resultado; una de las grandes motivaciones fue la estimulación del entorno tecnológico, hasta llegar a su participación industrial. Después del GTC se avocinan otros grandes proyectos. La Administración española se ha convencido de que tiene que explotar el éxito del GTC seguir invirtiendo en las grandes instalaciones del inmediato futuro”.* Pedro Álvarez, director de GRANTECAN S.A.

*“Si las autoridades correspondientes tienen visión, y son capaces de ayudar de verdad, también la industria española, con la experiencia adquirida en el GTC, tendrá un lugar destacado en otros macro-proyectos multinacionales que se avocinan”.* Francisco Sánchez, Director del Instituto de Astrofísica de Canarias.

*“Espero que con el GTC se hayan superado muchos miedos. Desde luego en el IAC así está sucediendo. Cada día nos atrevemos a más, tanto en tierra como en el espacio”.* Francisco Sánchez, Director del Instituto de Astrofísica de Canarias.

*“Desde hace algunos años sabemos de la existencia de planetas tipo Júpiter alrededor de estrellas similares al Sol. Pero estas detecciones se han hecho de manera indirecta, utilizando técnicas que no permiten ver directamente esos planetas. Con telescopios como el GTC, el objetivo es obtener imágenes y analizar con detalle la luz que emiten esos planetas”.* Rafael Rebolo, Profesor e Investigador del Instituto de Astrofísica de Canarias.

*“Con la construcción del GTC y de OSIRIS, España entra en pie de igualdad en el club de los grandes de la Astronomía mundial, rivalizando con Estados Unidos y el Observatorio Europeo Austral (ESO). No es fácil entrar en este club exclusivo: la construcción de un instrumento para un telescopio de la clase 10 metros es extraordinariamente compleja”.* Jordi Cepa, Investigador Principal del instrumento de Primera Luz OSIRIS, del IAC. (2005)

COLLABORAZIONE  
INTERNAZIONALE  
COLLABORAZIONE  
INTERNAZIONALE  
COLLABORAZIONE  
COLLABORAZIONE  
INTERNAZIONALE  
COLLABORAZIONE  
COLLABORAZIONE







ACIONACION IN  
ACIONAL C  
RACION IN  
ACIONAL C  
ACION IN  
ACION IN  
ACION IN  
ACIONAL C  
RACION IN  
ACION IN

# UN TELESCOPIO SIN FRONTERAS

**S**i Arquímedes viviera en estos tiempos, ya no estaría solo corriendo desnudo, al grito de ¡eureka!, por las calles de Siracusa. Independientemente de su talento individual, los científicos de hoy están obligados a relacionarse con más y más colegas, más y más grupos de investigación de aquí y de allá. Así que absténganse huraños. Toca repartir la gloria del descubrimiento con otros investigadores. Y cada vez con más, como de ello dan fe los listados, también cada vez más extensos, de los autores que firman un único artículo científico.

Esta afirmación es particularmente cierta en el caso de la astronomía. No es raro ver un artículo firmado por más de una decena de astrónomos de las más variadas nacionalidades. Si en el cielo no hay fronteras, es lógico que, al menos en este terreno, tampoco las haya en la Tierra.

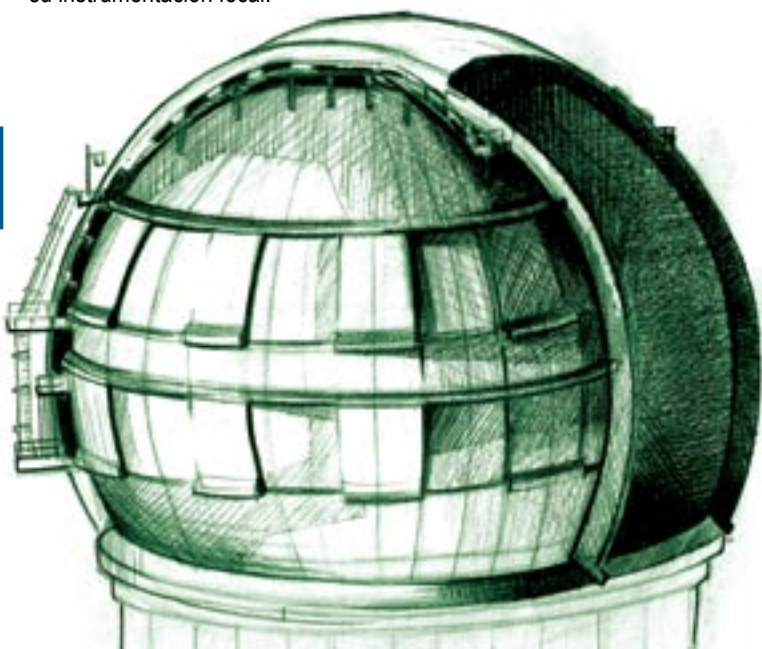
Lo mismo puede decirse de los instrumentos de observación, tanto los situados en tierra como los que operan desde el espacio. El GTC también es un telescopio hecho en colaboración con instituciones científicas de diversos países. Y aunque los socios formales de este telescopio español procedan de México y Estados Unidos, son muchas las instituciones de otros países que están participando, de una manera u otra, en la construcción de su instrumentación focal.

## Desde Canarias se llega a América

De La Palma a la Ciudad de México, donde se encuentra el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM), hay 8.226 kilómetros en línea recta. Es la distancia que separa al GTC de algunos de sus mejores valedores.

“Desde hace más de dos décadas, entre las comunidades astronómicas española y mexicana ha existido un gran respeto y una muy fructífera colaboración”. Lo dice José Franco, director del IA-UNAM. ¿Qué vio ese astrónomo mexicano en un proyecto como el GTC? Primero, capacidad de realización: “No se dudó de que se tendría el talento, la capacidad y la fuerza para llegar a realizar una obra de esta magnitud. Además, desde un inicio, el proyecto tuvo el planteamiento y estructura organizacional que nos dio confianza.” Las negociaciones se desarrollaron en un ambiente “cordial y muy amistoso, que nos ha hecho sentir totalmente involucrados y satisfechos de la relación”.

En parecidos términos se expresa José Guichard, director general del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), que se encuentra a algo más de cien kilómetros de la UNAM, cerca de Cholula. “Lo que nos dio toda la confianza y seguridad sobre el éxito del proyecto fue el liderazgo del IAC en el mismo. Sin la presencia del IAC, probablemente nos lo habríamos pensado dos veces.” Guichard señala que “diferencias culturales entre México y España hay muy pocas. Más bien hay muchas coincidencias culturales”. Eso contribuyó “muchísimo” a firmar el acuerdo.





El INAOE y la UNAM decidieron conjuntamente adquirir el 5% del GTC en 2001. Ese mismo año, el GTC recibió también como socio a la Universidad de Florida, en Estados Unidos.

Aunque España no tenía experiencia previa en la construcción de telescopios, confiaron en el GTC “porque España ya había construido y gestionado uno de los observatorios líderes del mundo, en La Palma, y a nosotros nos impresionaba ese hecho”, narra Stanley Dermott, director del Departamento de Astronomía de esta universidad.

Rafael Guzmán, profesor del departamento que dirige Dermott, es uno de los artífices del acuerdo de colaboración con la Universidad de Florida, por el que esta institución adquiere un 5% del telescopio. “Desde el principio nos quedó bien claro que España tenía la capacidad técnica y científica, y la voluntad política de llevar a cabo este proyecto con éxito”. Y no lo dudaron mucho: “Confiamos plenamente en el equipo a cargo del proyecto y los comités de expertos internacionales que proporcionaron asesoramiento durante los primeros años más críticos”.

Aunque, eso sí, el factor de la cercanía cultural con México no jugaba a favor en el caso de Estados Unidos. “Recuerdo algunos almuerzos y cenas excelentes –afirma Dermott–, aunque nos sorprendía que a veces la comida no acabara hasta las 5 de la tarde y que la cena no comenzase hasta las 9. Para nosotros casi ya era otro día”. Rafael Guzmán recuerda que en una ocasión, tras una de las sesiones de negociación, uno de sus compañeros le preguntó que por qué estaban todos los españoles tan enfadados. “Me sorprendió su pregunta, porque la sesión había sido muy afable. Cuando le pregunté por qué pensaba así, me dijo que los españoles estaban hablando en voz alta y gesticulando mucho con las manos. Tuve que aclararle que no es inusual en nuestra cultura hablar en voz alta y gesticulando, sobre todo cuando la conversación esta animada.”



Dermott recuerda que las negociaciones fueron en algún momento “sorprendentemente tensas”. Las diferencias entre idiomas complicaban el asunto: “Era difícil ponerse de acuerdo acerca del significado exacto de algunas frases. Y esto se agravaba por el hecho de que el contrato estaba en español pero nosotros discutíamos el significado de la traducción inglesa”. Eso sí, en aquel momento de las negociaciones: “no nos conocíamos muy bien ni habíamos construido el nivel de confianza que hoy existe”.

En todo caso, “la clave para crear un buen ambiente de colaboración –apunta Rafael Guzmán– fue establecer con rapidez la plena confianza entre ambas partes, basada en la convicción de tener un mismo objetivo común: garantizar un óptimo retorno científico a la gran inversión que España, México y la Universidad de Florida estaban haciendo en el GTC”.



### Pagar con tiempo

El objetivo de que el GTC tuviera “una vistosidad internacional” iba de la mano, según Pedro Álvarez, de “incrementar significativamente la comunidad científica que disfrutase el telescopio” y de aumentar su uso científico. De hecho, la dimensión internacional, sin fronteras, del GTC, también afecta a la vida científica que tendrá el telescopio.

La reciente entrada de España en el Observatorio Austral Europeo (ESO) contempla que el 25% de su cuota de ingreso se satisfará en tiempo de observación con el GTC, y también en tiempo técnico. Un instrumento así de poderoso hay que aprender a utilizarlo y a sacarle provecho, y es en sí un excelente campo de pruebas para futuros desarrollos tecnológicos. “Para nosotros el GTC también representaba una oportunidad única de aprendizaje”, apunta José Franco.

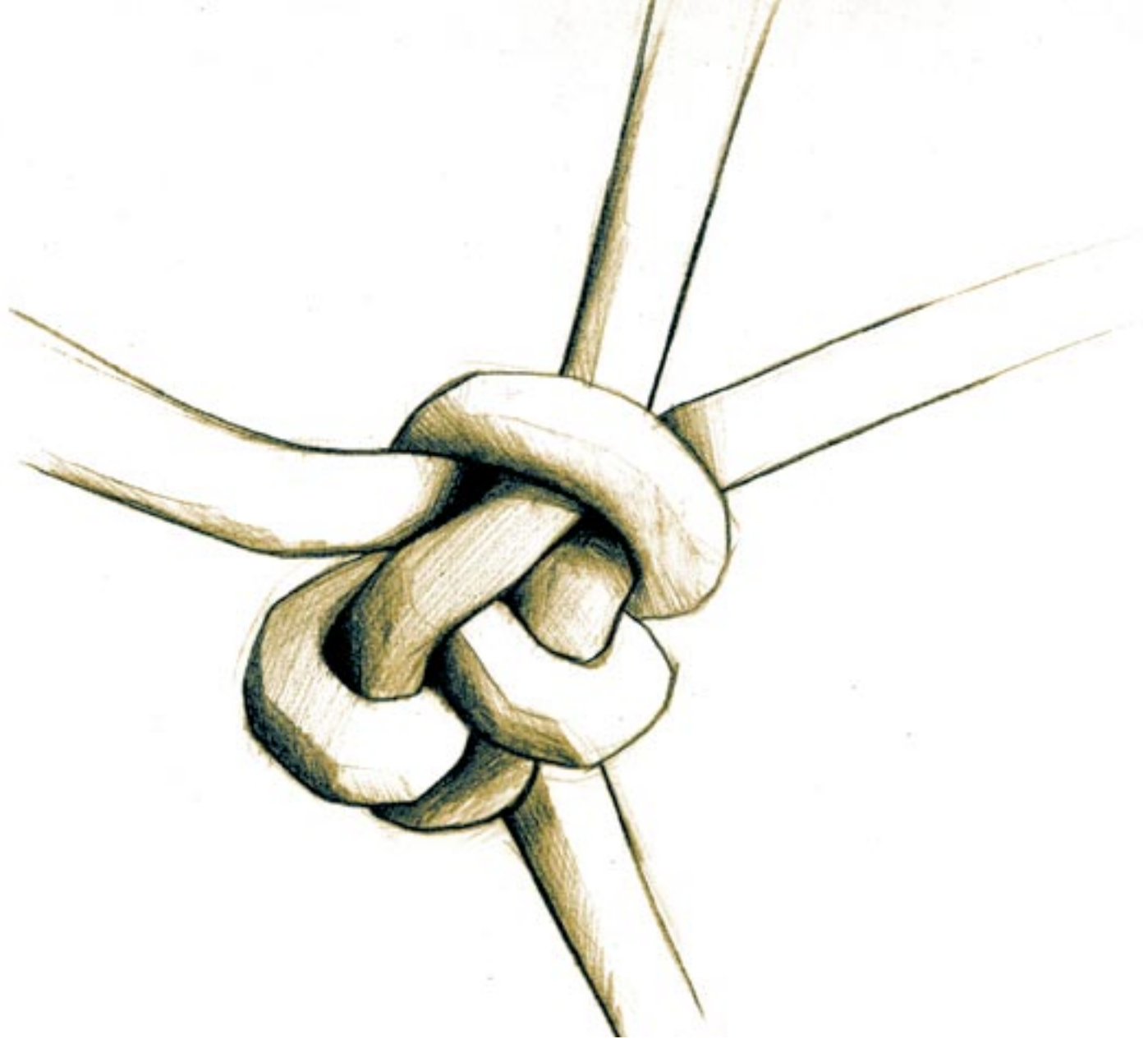
Porque en astronomía la moneda de cambio habitual no es el dinero, sino el tiempo de observación. La inmensidad del universo en todas sus escalas y las posibilidades de investigación que ofrece el GTC multiplican su atractivo para los astrónomos, que compiten entre sí por presentar propuestas científicas de gran impacto.

Como en toda gran instalación científica, también aquí hay un grupo de personas sabias: el Comité de Asignación de Tiempo (CAT), que se ocupa de juzgar las propuestas de observación. Su función es aprovechar el tiempo del GTC y repartirlo con el mejor criterio. Estos expertos se comprometen a recibir y revisar las solicitudes y los planes de observación que redactan los científicos. Se esfuerzan por saber qué ciencia se pretende hacer con ellos. Y en función de eso, las califican y les otorgan tiempo de observación.

Para evitar recelos y compensar todas las áreas de investigación y todas las instituciones, los miembros del CAT rotan a menudo. “También es importante que sean investigadores en activo”, señala Pedro Álvarez. Además, deben conocer perfectamente el nivel de desarrollo actual de su rango de observación: el infrarrojo, el óptico... o también de su área de investigación: astronomía estelar, galáctica, extragaláctica...

El CAT juzgará las propuestas de uso del GTC, como las del resto de los telescopios de Canarias. Las primeras propuestas para el uso del tiempo se valorarán ya comenzado 2008.





### La clave, la cooperación

En algún caso, esa colaboración ha empezado a dar sus frutos mucho antes de la apertura del GTC. Tiempo por tiempo, ya hay varios equipos de investigadores en colaboración con varias instituciones españolas que llevan a cabo proyectos empleando el tiempo del que la Universidad de Florida dispone para utilizar el observatorio Gemini, dos telescopios gemelos de 8 metros situados en Chile. Incluso antes de la inauguración del GTC, estos equipos ya han publicado una decena de artículos en revistas especializadas. “También se ha instaurado un programa de becas de doctorado y estancias posdoctorales para estudiantes y jóvenes doctores españoles que deseen llevar a cabo sus tesis doctorales o trabajos de investigación en nuestro departamento”, destaca Rafael Guzmán. Otro programa, para estudiantes de licenciatura, está en marcha, por no mencionar un máster para tecnólogos.

Con la presencia de la Universidad de Florida el GTC se beneficia de su experiencia en la instrumentación. Está construyendo Canari-Cam, uno de los dos instrumentos de primera generación para el GTC, y CIRCE, el primer instrumento visitante aprobado para el GTC.

La colaboración con México aporta también un enorme valor añadido. Y no sólo porque la UNAM trabaja en la construcción de FRIDA, instrumento de segunda generación del GTC. Para José Franco la participación en el Gran Telescopio CANARIAS “ha sido nuestra oportunidad de oro para jugar en las grandes ligas de la instrumentación astronómica y ha representado un aprendizaje definitivo en el manejo y desarrollo de proyectos de ingeniería de muy alto nivel. El intercambio de experiencias técnicas y humanas nos ha permitido crecer y se ha generado una sinergia muy fructífera para el IA-UNAM”.

Pero se va más lejos. El acuerdo contempla la participación española en el proyecto del Gran Telescopio Milimétrico. El INAOE y la Universidad de Massachussets están terminando la construcción de este otro gigante, un radiotelescopio par ondas milimétricas de 50 metros de antena única, la más grande del mundo en su rango de frecuencia, que comenzará su operación en 2008, casi a la par que el GTC. Incluso corre el rumor de que el primero de los equipos de los dos telescopios que publique en revistas de primera un resultado científico se hará acreedor de una cena por parte del otro...

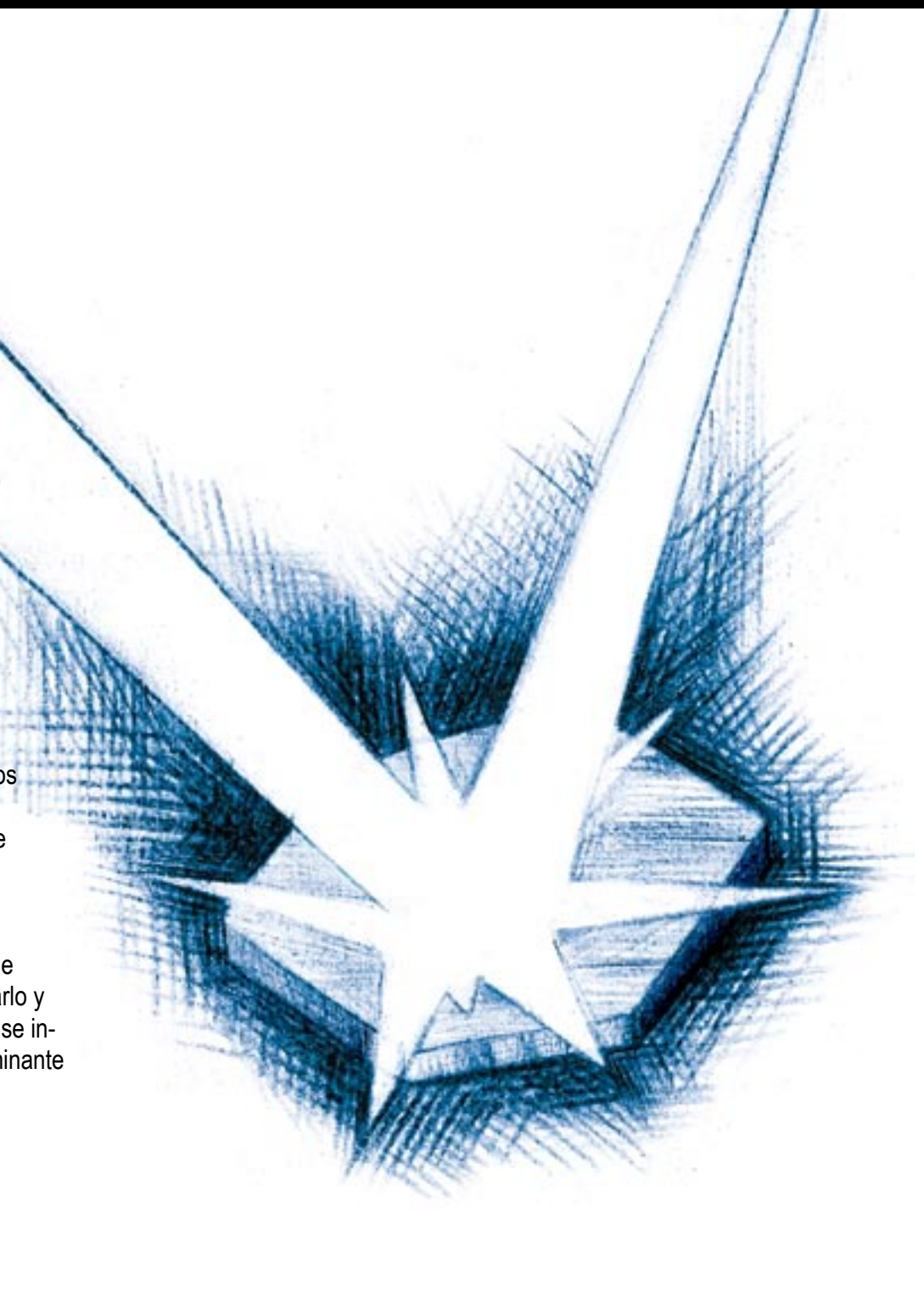


### La aventura continúa

¿Cómo viven estos protagonistas la llegada de la 'primera luz' del GTC? "Con gran ilusión y expectativa", reconoce Rafael Guzmán, y en términos similares se expresa José Silvano Guichard: "personalmente, estoy muy contento. El GTC es una muestra fehaciente de que las cosas pueden hacerse muy bien sin importar el tamaño y los problemas si están en buenas manos y se hacen con responsabilidad y visión. Para mí es un ejemplo a seguir de gestión y de manejo de un gran proyecto. ¡Enhorabuena!".

78

Stanley Dermott reconoce que para él es importante ver en funcionamiento el GTC antes de su retirada del departamento que dirige. "Terminarlo y conseguir que nuestros profesores y estudiantes se involucren en el mejor telescopio será el logro culminante de mi época como director".







Desde el Instituto de Astronomía de la UNAM José Franco no oculta que se sienten “muy satisfechos y muy, muy emocionados”, aunque para él éste es “apenas el cierre de la primera fase del proyecto”. “Ahora viene la parte que es jugosa científicamente y que, estamos confiados, generará descubrimientos muy importantes. Personalmente, me siento muy honrado de ser parte integral del proyecto desde las negociaciones y muy agradecido por el apoyo y la confianza que nos han brindado nuestros colegas españoles. ¡Tenemos un futuro juntos muy brillante!”.

¿Influirá este ambiente de éxito para que Canarias acoja proyectos aún más ambiciosos en el futuro? Pedro Álvarez cree que sí, aunque “todo dependerá, cuando empiece la operación del telescopio, de lo bien que lo sepan explotar los astrónomos. Veremos qué potencialidades se han convertido en realidades, más allá de un montón de hierros y vidrios”. Detrás de ellos está el esfuerzo de todas las personas que han creído en el GTC desde el principio.

INNOVAC  
INNOVACIO  
N INNOVA  
I INNOVA  
INNOVAC  
ON INNOV  
INNOVAC  
INNOVACIO

ación innovación innovación  
ción innovación innovación  
ovación innovación innovación  
ción innovación innovación  
ión innovación innovación  
vación innovación innovación  
vación innovación innovación  
ción innovación innovación  
ovación innovación innovación  
ción innovación innovación  
ión innovación innovación  
vación innovación innovación  
vación innovación innovación  
ción innovación innovación  
ovación innovación innovación  
ción innovación innovación  
ión innovación innovación



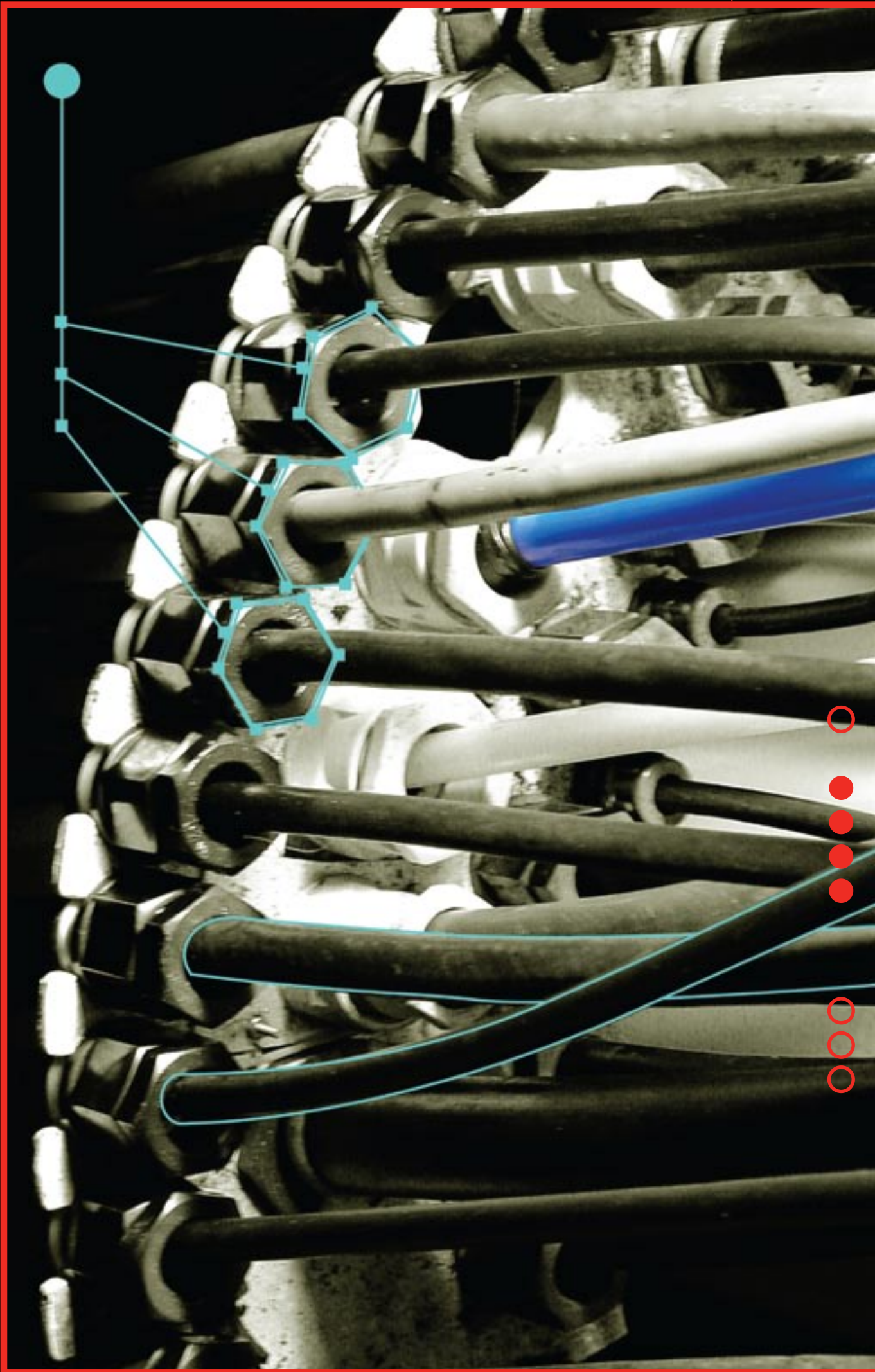


# TECNOLOGÍA PARA ATRAPAR ( Y DOMINAR ) LA LUZ

El Gran Telescopio Canarias se diseñó para desafiar la oscuridad. Porque, hoy día, los telescopios ya no se emplean para “ver los objetos lejanos como si estuvieran cerca”, como rezaba la solicitud de patente del primer telescopio. El objetivo de los telescopios modernos consiste en recolectar la mayor cantidad posible de fotones, o partículas de luz, que proceden de los objetos celestes. Si hubiera que buscar una analogía sencilla, podríamos imaginar el telescopio como un embudo que recoge luz, y ésta como el mensajero que nos trae información sobre, por ejemplo, la galaxia desde donde procede. Pero, igual que una bombilla pierde intensidad al alejarnos de ella, la cantidad de luz proveniente de las galaxias se reduce rápidamente con la distancia, hasta el punto de que el “mensaje” puede resultar ilegible. ¿Cómo aumentar el flujo de fotones que recibimos? Nuestras pupilas nos dan pistas: durante el día miden unos dos milímetros de diámetro, pero en la oscuridad cuadruplican su tamaño para dejar entrar más luz –incluso apreciamos cómo mejora nuestra visión mientras se dilatan–. Ocurre lo mismo con los telescopios: aquellos con más capacidad de recolectar luz serán capaces de distinguir los objetos más tenues y lejanos. Y esto, precisamente, es lo que empuja a los astrónomos a concebir telescopios cada vez mayores.

Pero la misión de un telescopio no termina con la recolección de luz de los objetos celestes: debe redirigirla hacia el foco, un área compatible con el detector que analizará la señal, y esto exige cambiar la dirección de los rayos de luz para que confluyan en un punto. El método que se emplee dará nombre al telescopio: un telescopio refractor reenfoca la luz mediante un juego de lentes, mientras que uno reflector lo hace con un sistema de espejos (ambos tipos fueron predominando alternativamente desde 1608, pero a partir de mediados del siglo pasado se impusieron los reflectores). Y, finalmente, hace falta un dispositivo que capte esa señal y la analice, tarea que antes realizaba el ojo humano y que hoy día se confía a los dispositivos digitales.

Ahora que conocemos, a grandes rasgos, cómo funciona un telescopio, vamos a aplicarlo al Gran Telescopio CANARIAS, un gigante de 300 toneladas con un espejo colector de luz de 10,4 metros de diámetro, y que necesita un edificio de 41 metros para guarecerse.



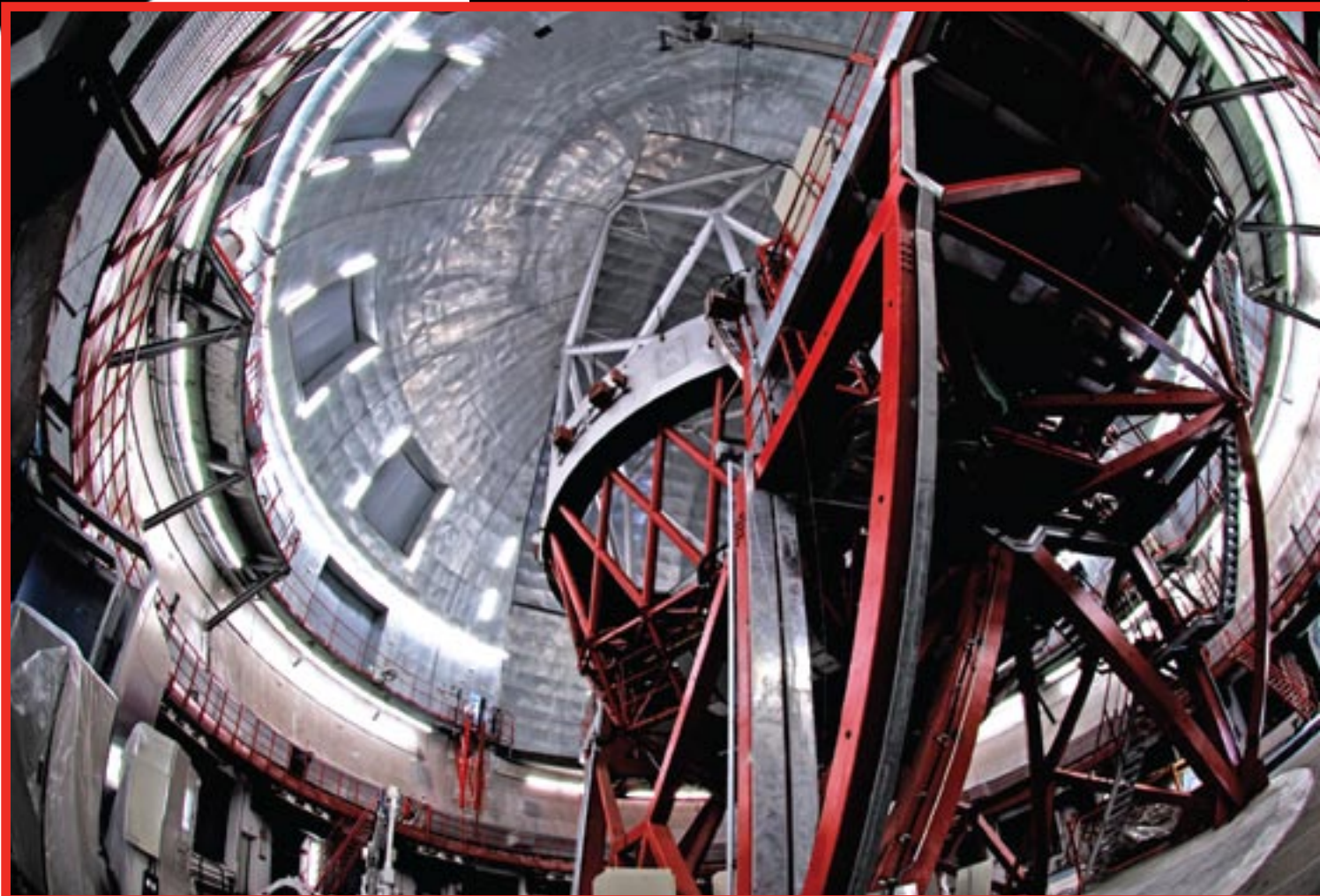


# de la **GALAXIA** al TELESCOPIO

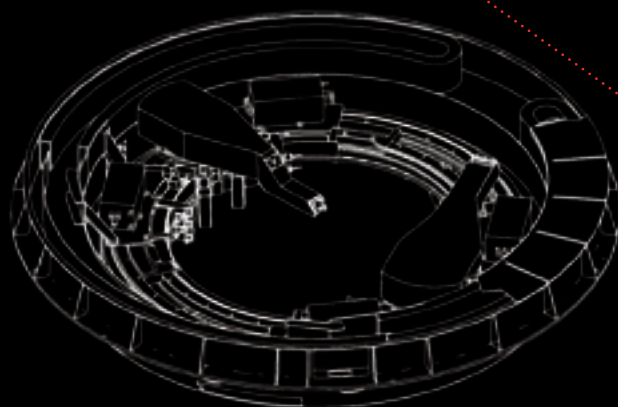
Aunque resulta difícil imaginar que un telescopio de 27 metros de altura y 28 de anchura se mueva con ligereza y precisión extremas, hay que ir haciéndose a la idea: en el GTC las dimensiones al uso son metros y toneladas, pero los márgenes de dilatación y deformación, por ejemplo, se miden en millonésimas de milímetro. Además, el 90% del telescopio está afectado por algún tipo de movimiento y todas sus piezas se hallan interconectadas. Y no, no es imposible.

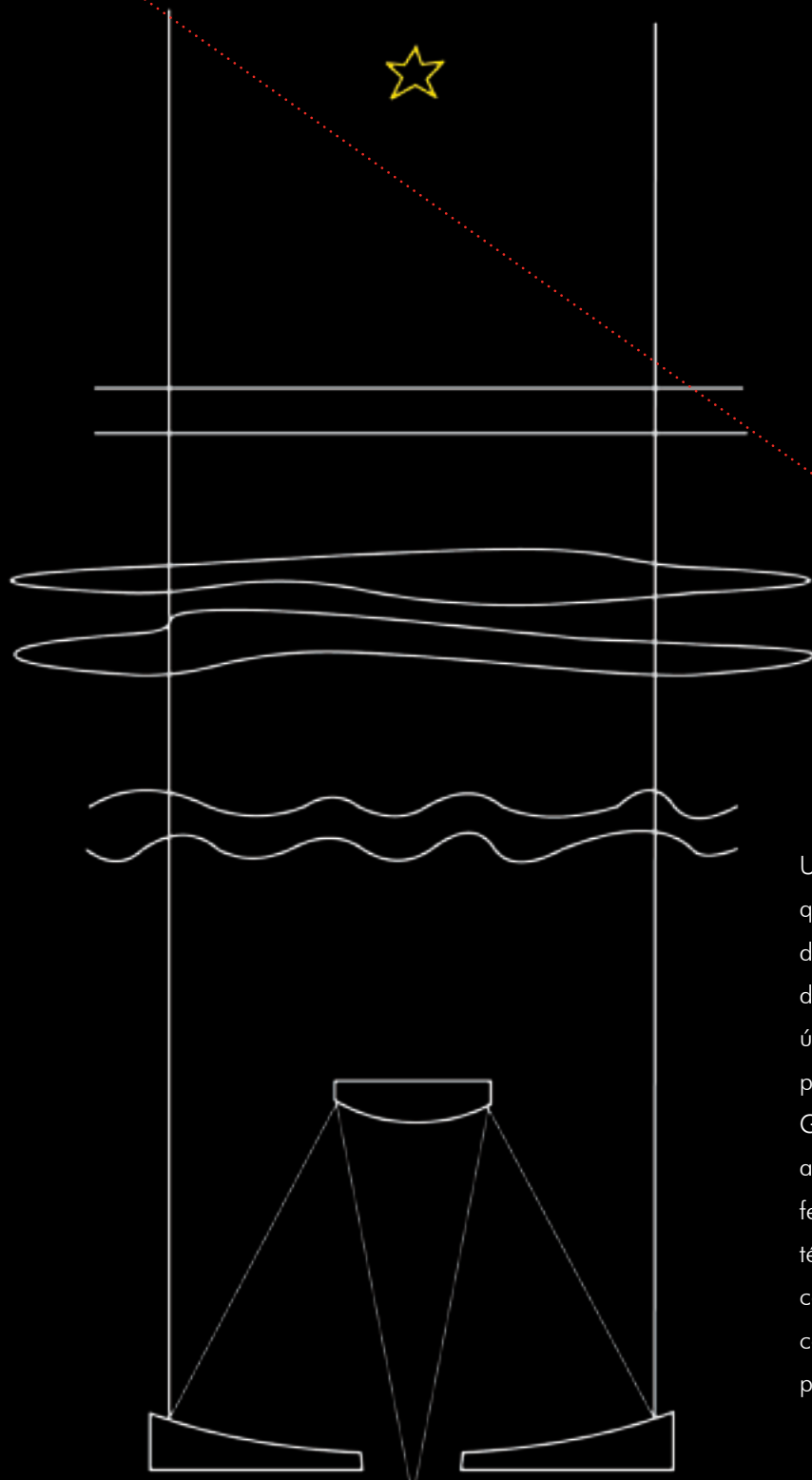




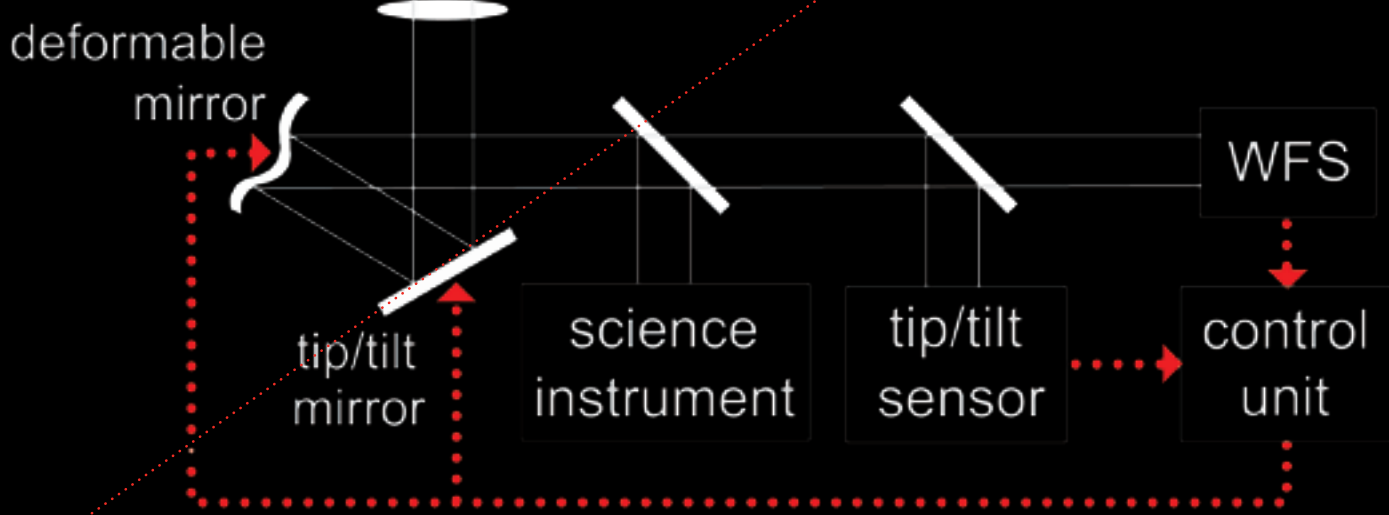


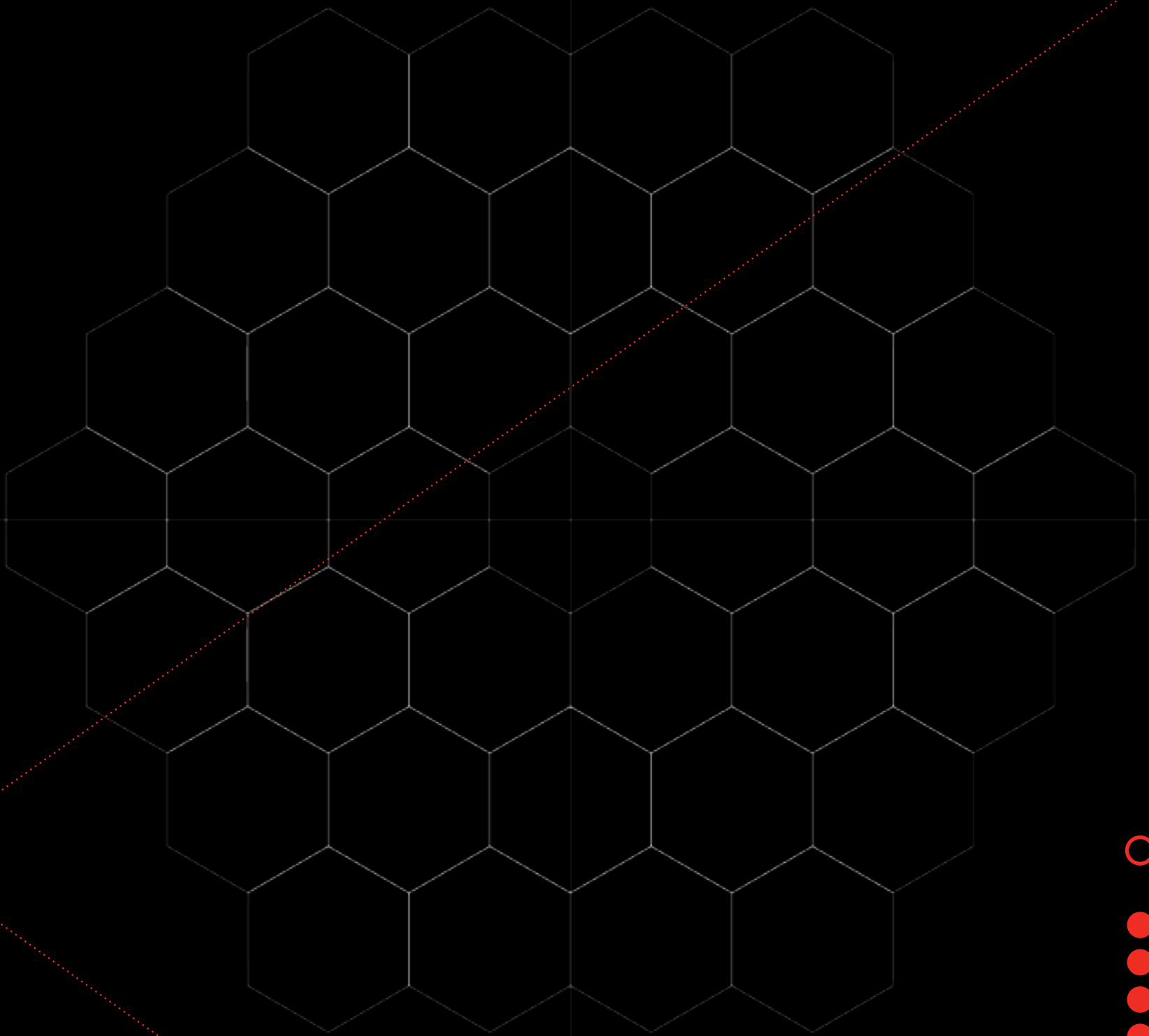
Para empezar, el telescopio cuenta con tres grados de libertad, o movimiento en tres ejes: el movimiento de acimut (paralelo al horizonte) combinado con el de elevación (en altura) se encarga de localizar los objetos celestes. Su funcionamiento se asemeja al de los cañones de los barcos que vemos en las películas de guerra: el cañón primero gira sobre su base y luego busca el avión en altura. El telescopio funciona igual, pero apunta mucho más lejos. El tercer grado de libertad deriva de la necesidad de que el telescopio se adecue a la rotación de la Tierra. Como nuestro Planeta rota con respecto a su eje, desde nuestro punto de vista de observadores pegados a la Tierra, todas las estrellas giran y pasan por el campo visual de los telescopios a gran velocidad. Mediante el movimiento combinado en acimut y elevación, de acuerdo con los cálculos continuos de los ordenadores del telescopio, se compensa el giro de la Tierra y los objetos celestes permanecen quietos en el campo de visión.



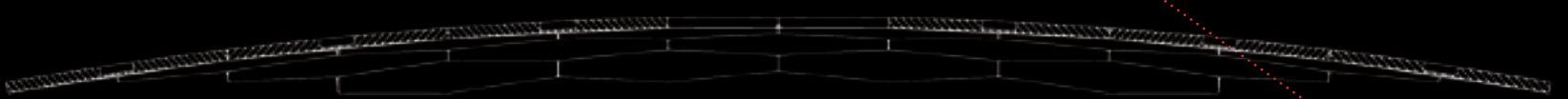


Una vez localizado el objetivo y activado su seguimiento, hay que asegurarse de recoger su luz con el mayor de los cuidados: la luz de una galaxia puede tardar miles de millones de años en llegar a la Tierra y existe el riesgo de que, en los últimos minutos, el viaje resulte un fracaso debido, por ejemplo, a perturbaciones atmosféricas. Para reducir este riesgo, el GTC contará, dentro de unos años, con un sistema de óptica adaptativa que corregirá los defectos generados por la atmósfera terrestre y mejorará la nitidez; de hecho, gracias a esta técnica el rendimiento del GTC equivaldrá al de un telescopio con un espejo primario de 100 metros (podría compararse con el hecho de mirar un objeto situado en el fondo de una piscina con agua y sin ella).



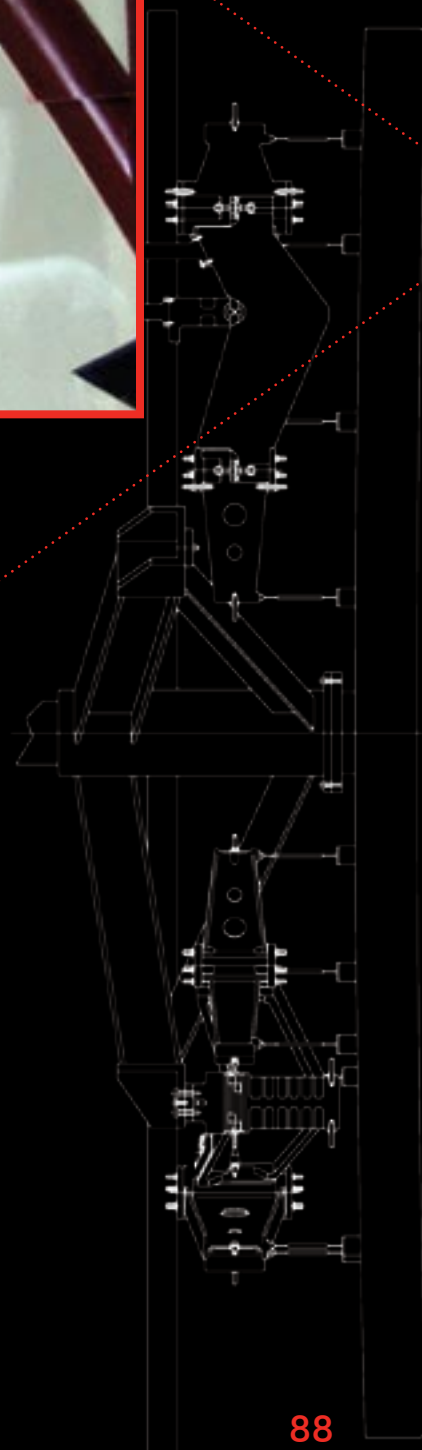
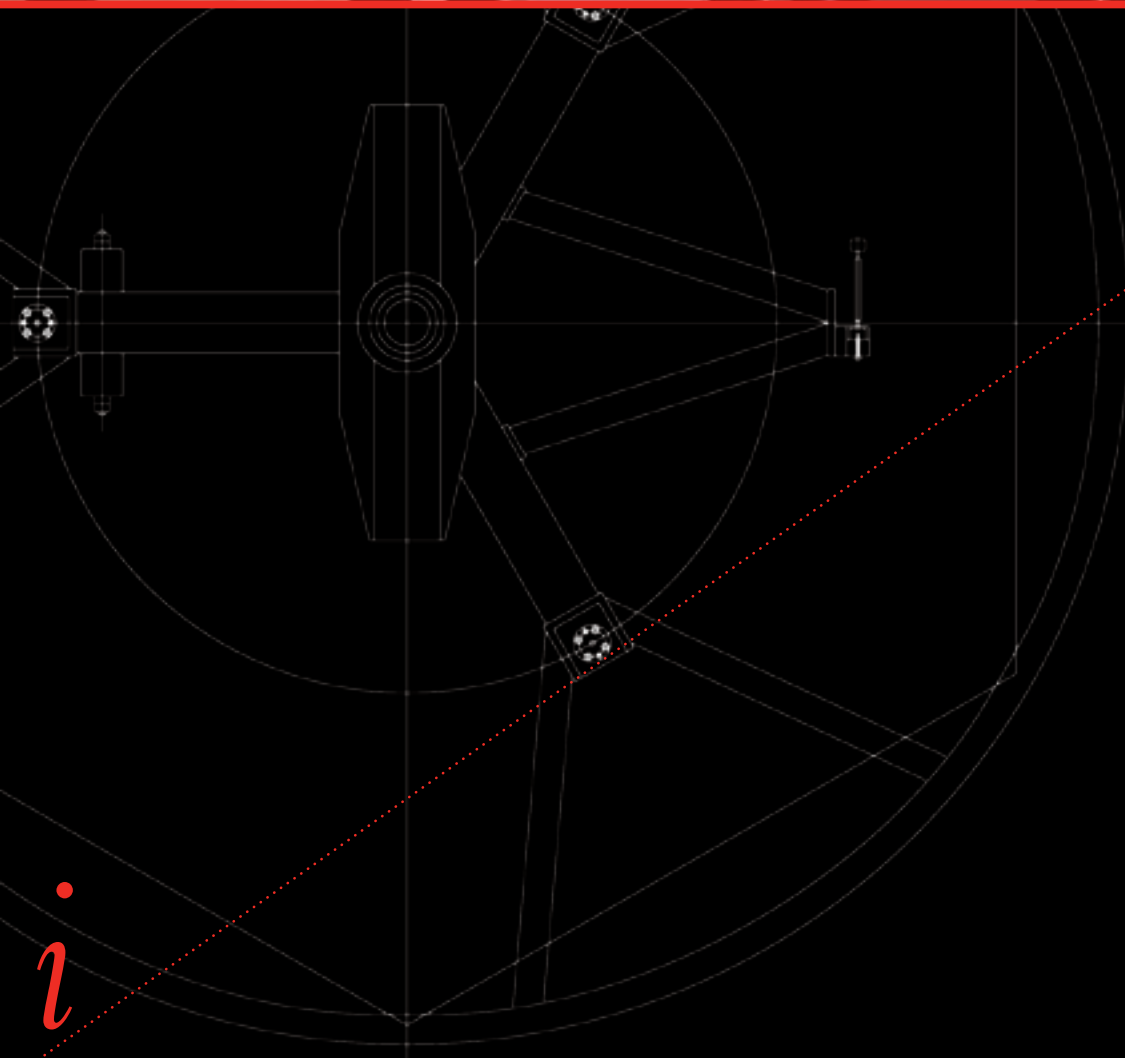


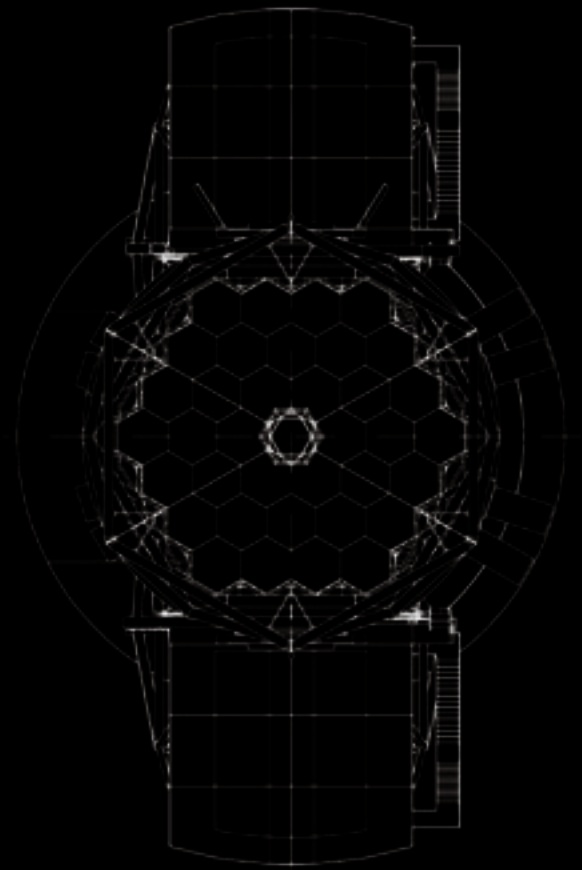
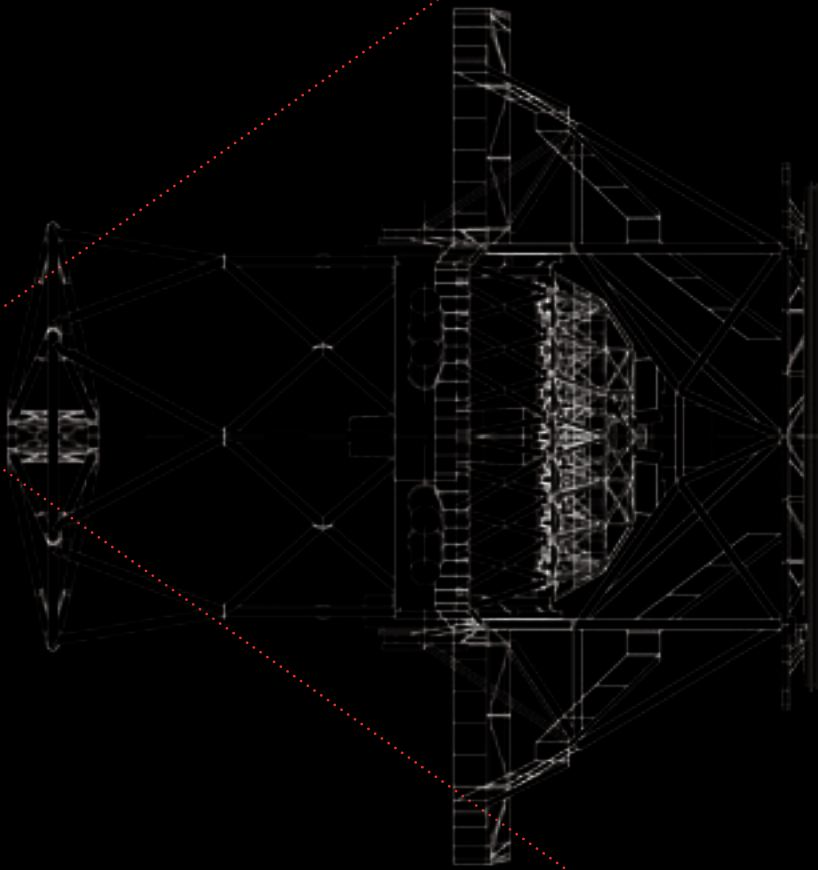
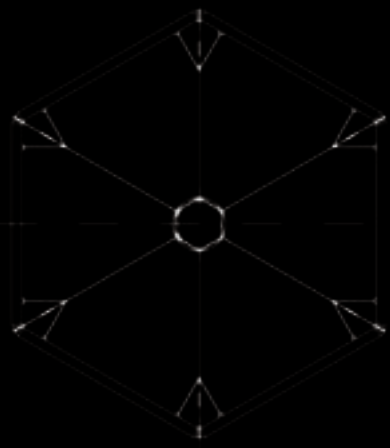
Pero, aunque logremos esquivar a la atmósfera, queda otro enemigo al acecho, y éste se encuentra en casa: los cambios de temperatura o las tensiones mecánicas pueden provocar deformaciones en el espejo primario, que deja de ser un hiperboloide perfecto. La solución, una técnica conocida como óptica activa, consiste en mover y deformar ligeramente cada segmento para recuperar la forma inicial. Y con cada segmento nos referimos a cada una de las 36 piezas hexagonales que forman el espejo primario. Porque el Gran Telescopio CANARIAS se gestó con la voluntad de emplear y dominar la tecnología más novedosa, la de espejos segmentados, capaz de generar proyectos que desafían nuestra imaginación. Se trata de una tecnología que nació para hacer frente a un dilema: la necesidad de recolectar más luz de los objetos astronómicos se enfrentaba a las dificultades que plantea la fabricación de espejos monolíticos -de una pieza- de más de ocho metro de diámetro. Los telescopios Keck hawaianos, y ahora el GTC, han demostrado que es posible concebir espejos enormes mediante la suma de segmentos hexagonales, en una estructura similar a la de un panal de abejas.





Así que nuestro espejo gigante se compone de 36 piezas que, como toda la estructura, presentan características que rozan lo inverosímil. Por ejemplo, cada segmento mide 1,9 metros de diámetro y pesa 470 kilos, pero no supera los 8 centímetros de grosor. Los segmentos han sido fabricados en Zerodur, un material vitrocerámico extraordinariamente homogéneo y muy poco variable a los cambios de temperatura que, de hecho, presume de dilatación cero, un coeficiente de dilatación casi nulo (para que un metro de Zerodur se dilate una milésima de milímetro habría que calentarlo unos 200 grados). Estos segmentos, ya de por sí casi perfectos, se sometieron a un proceso de pulido que contemplaba límites de error inferiores a 0,00001 milímetros, tras lo cual se depositó en ellos una finísima capa de aluminio que, por fin, los convirtió en espejos. Treinta y seis espejos perfectos que, cómo no, deben hallarse impecablemente colocados: con una separación de tres milímetros entre cada segmento, descansan sobre un complejo conjunto de barras que permite corregir su posición si los sensores dispuestos en los bordes indican errores en la alineación.

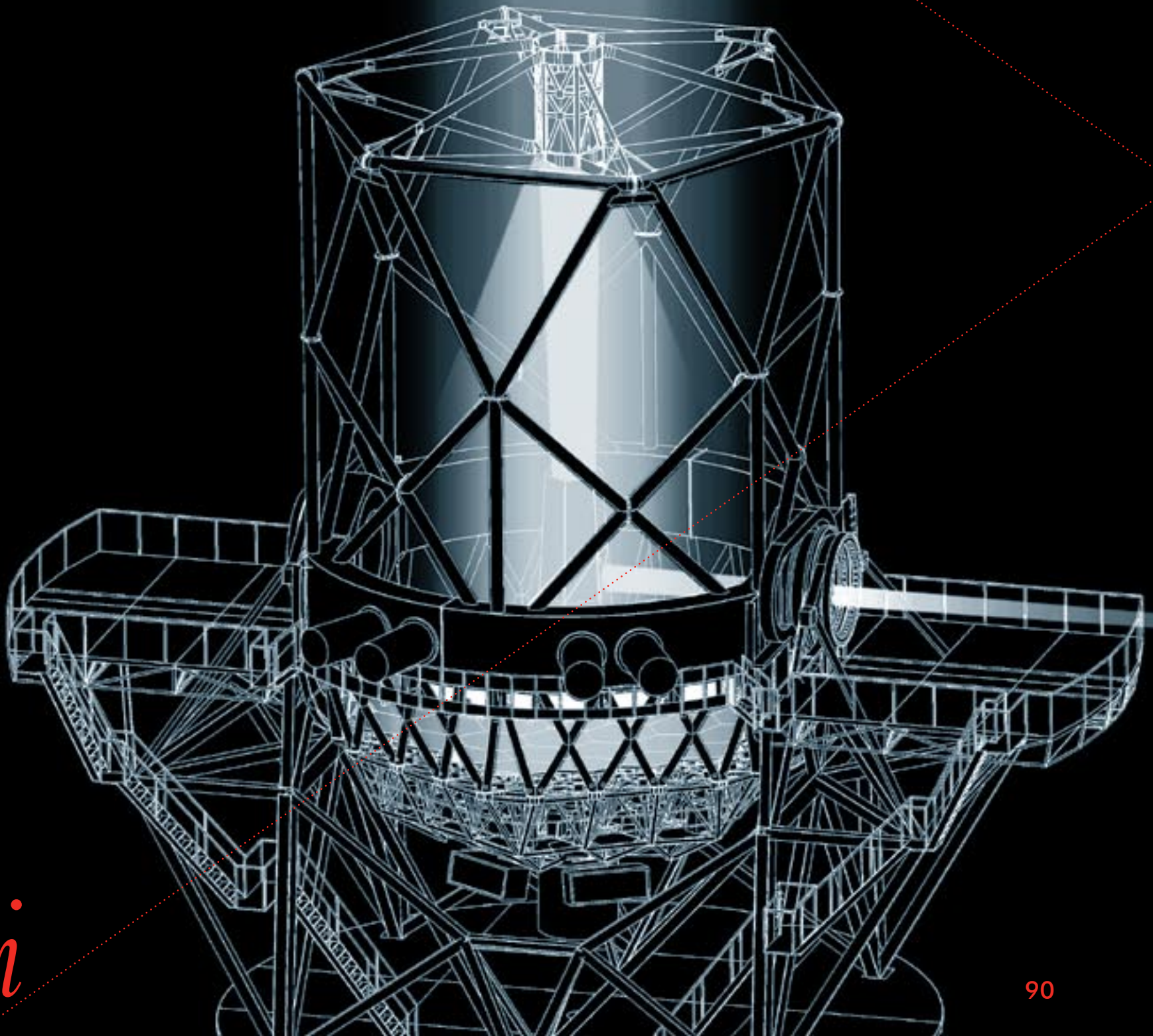


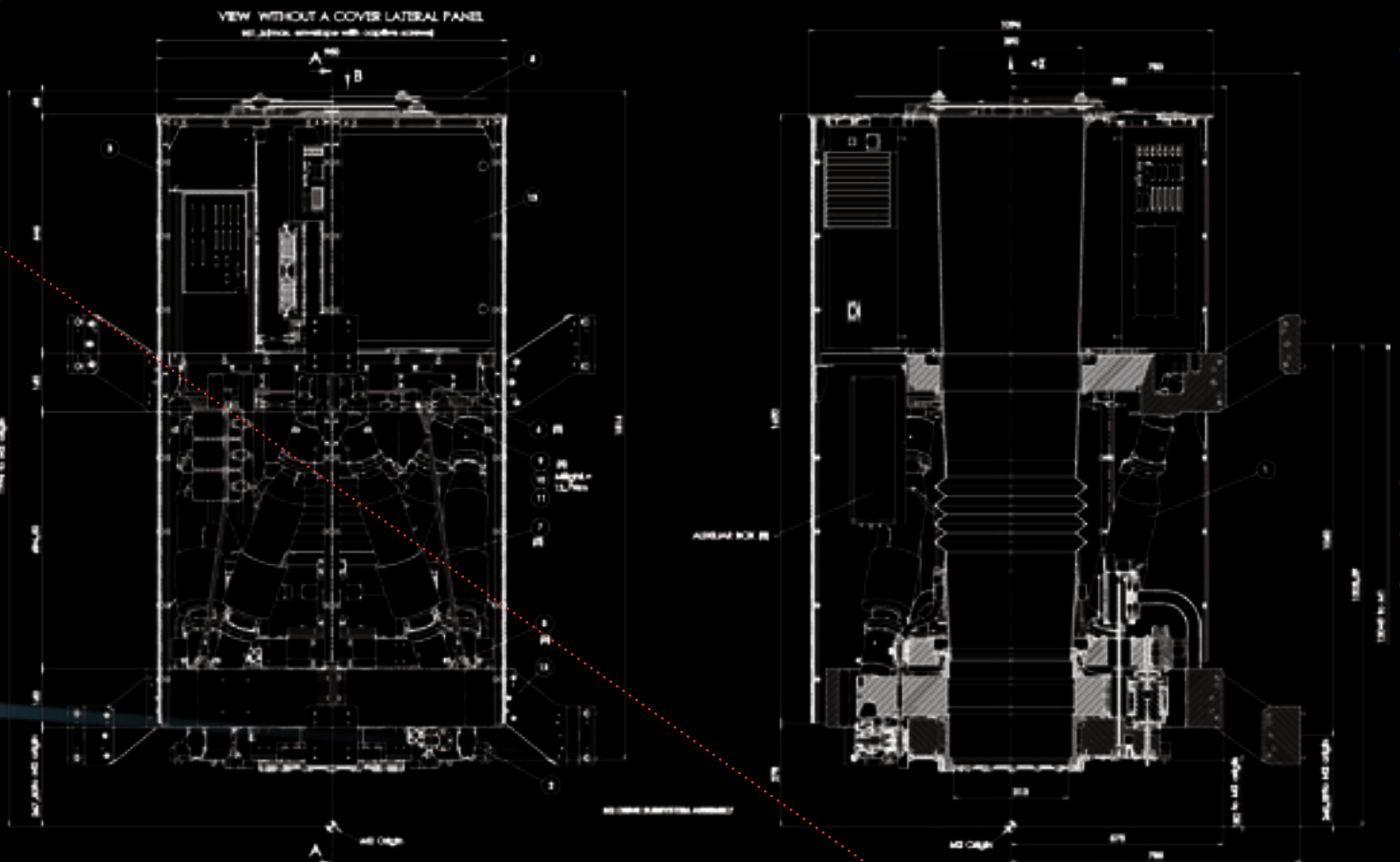
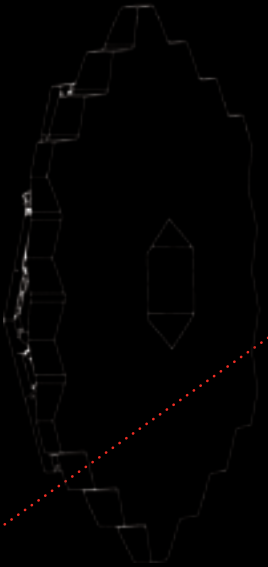
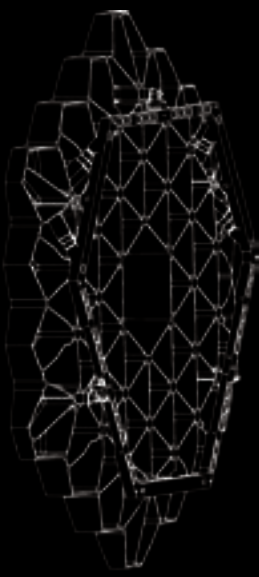


dos  
**ESPEJOS** y muchos **POSIBLES**  
**CAMINOS**

Como vemos, los ingenieros del GTC han tomado todas las precauciones posibles para que la luz de los objetos celestes no sufra contratiempos en los instantes finales de su viaje. Y, ahora que hemos recolectado los fotones con todo el mimo del mundo, hay que cambiar su trayectoria para que converjan en los focos.

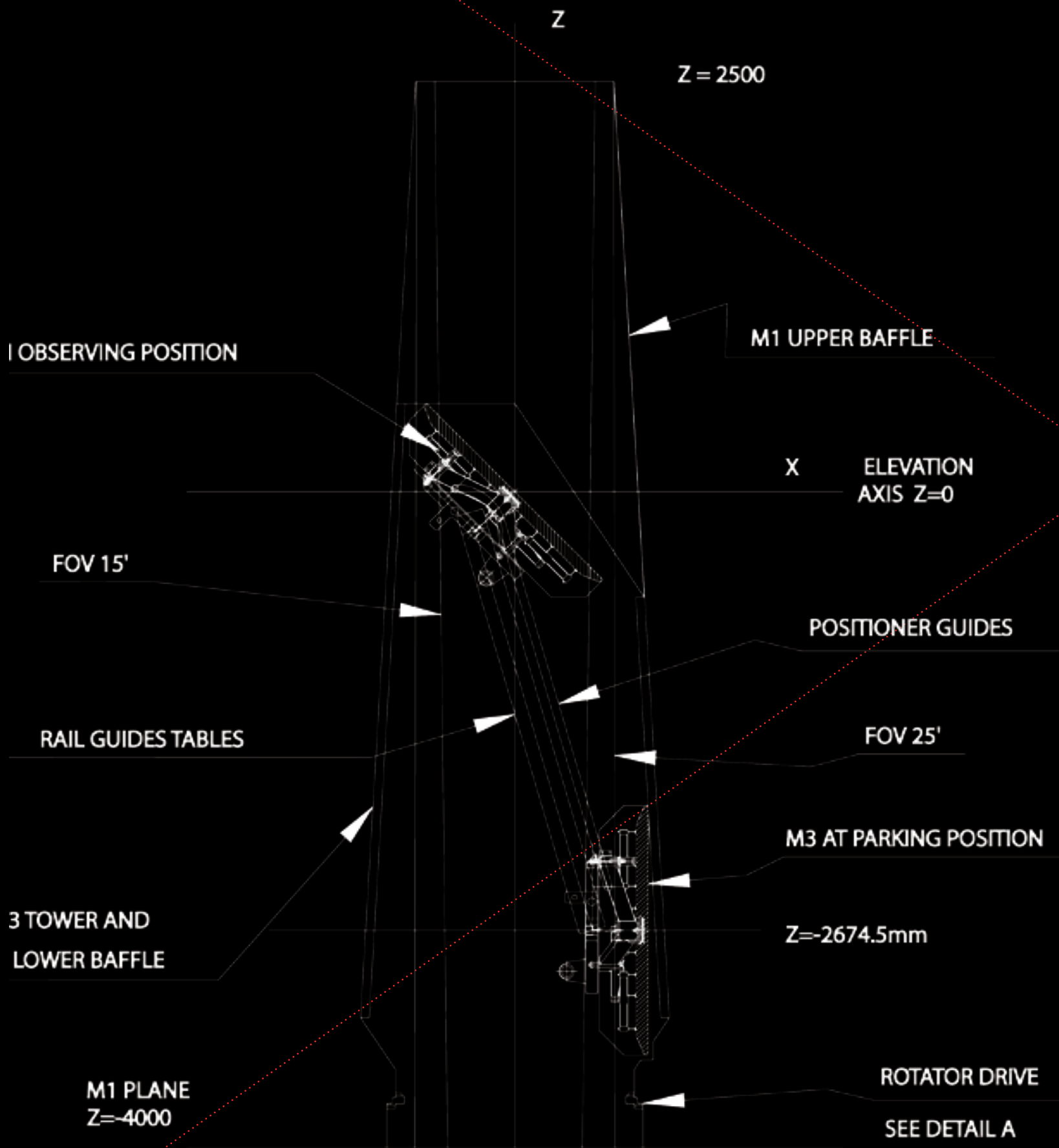
Para aprovechar al máximo sus posibilidades, el Gran Telescopio CANARIAS cuenta con un total de siete puntos hacia los que dirigir la luz, los focos. Si consideramos que cada uno de ellos puede albergar un instrumento destinado a analizar esa luz, no resulta difícil imaginar hasta qué punto puede expresirse la información que ella transporta. Lo que sí parece difícil es concebir un mecanismo que redirija la luz hacia los siete focos, situados de forma estratégica para que el peso de los instrumentos no descompense el telescopio; un mecanismo que, sorprendentemente, sólo precisa dos espejos.





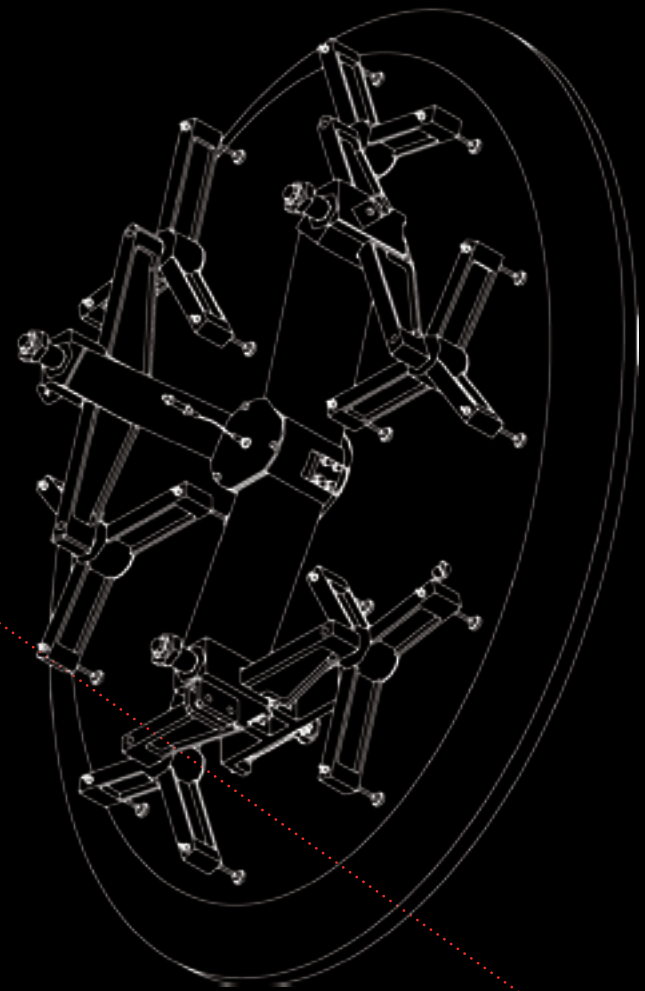
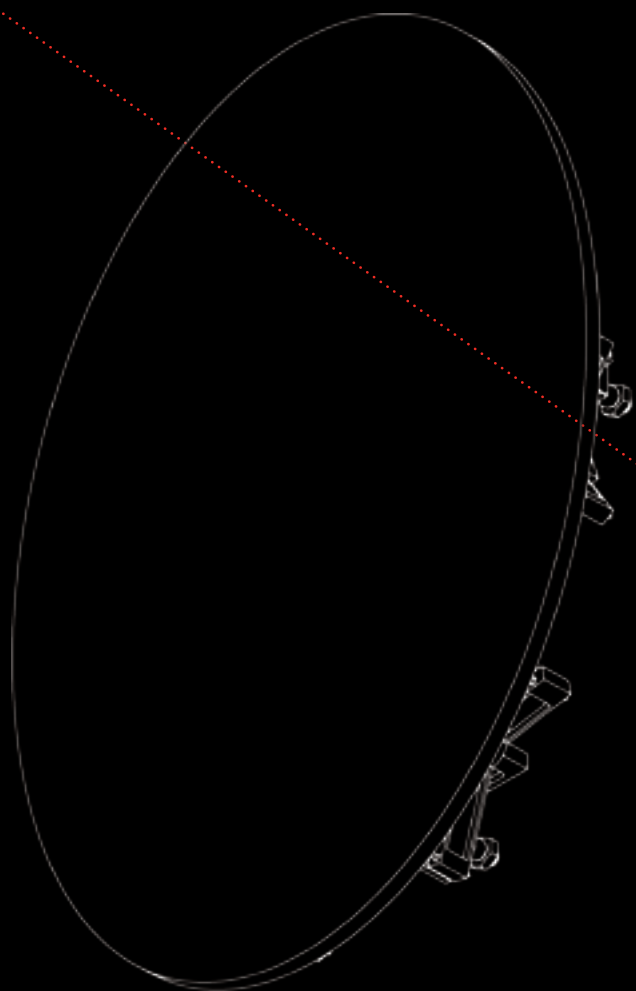
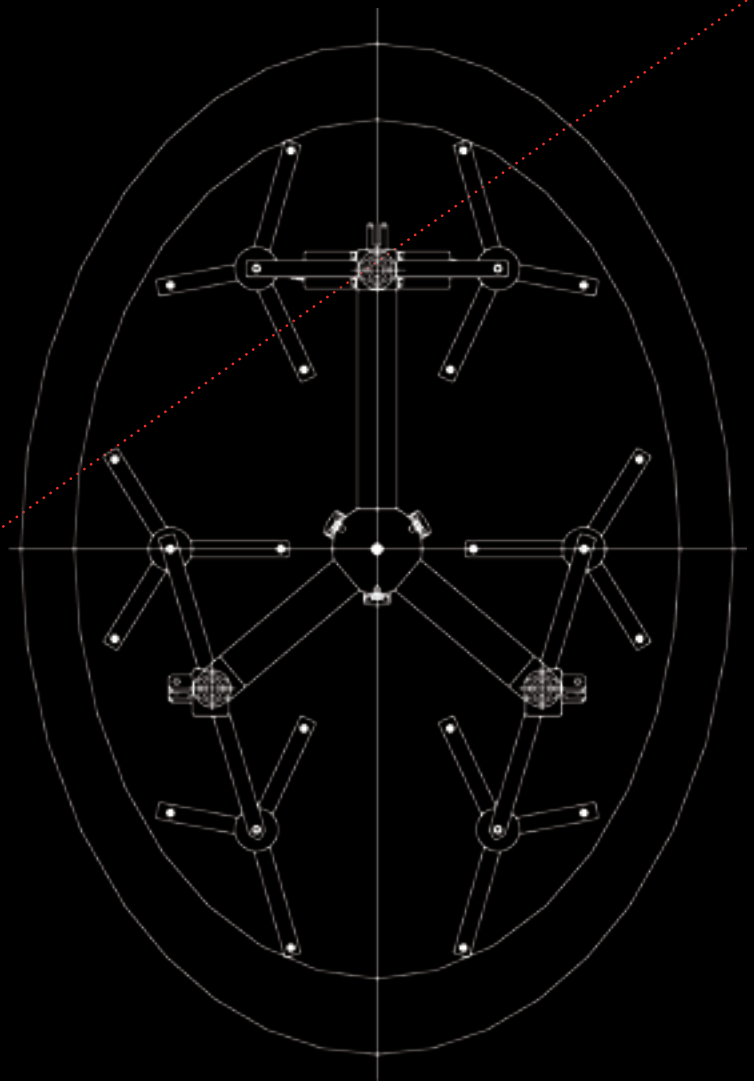
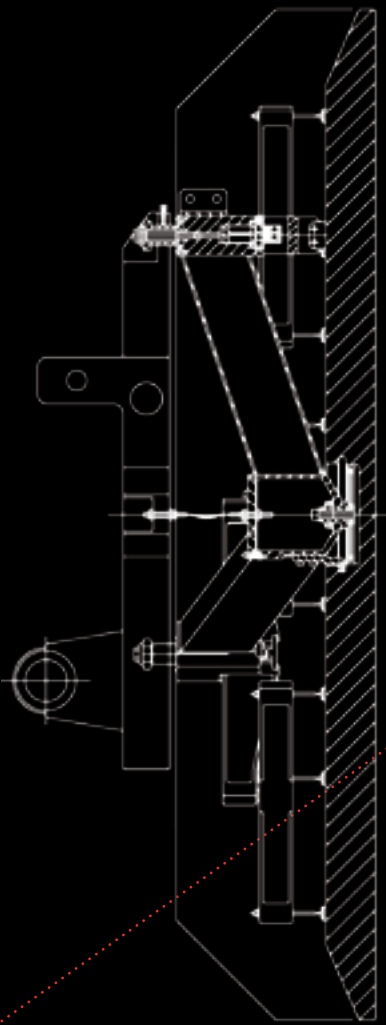
Espejos, eso sí, muy hábiles. La luz, al alcanzar el espejo primario parte reflejada hacia el secundario, y a partir de ahí puede escoger entre varios caminos: puede franquear el espejo principal a través de un agujero ubicado en su centro y alcanzar el foco Cassegrain; o puede incidir en el espejo terciario, situado a la entrada del mismo agujero, y dirigirse hacia uno de los otros seis focos —cuatro de tipo Cassegrain acodados y dos Nasmyth—. Pero, ¿cómo puede un agujero donde, como hemos visto, se aloja el espejo terciario, dejar pasar la luz hacia el foco Cassegrain? ¿Puede un agujero estar lleno y no lleno?

Pues sí, porque el espejo terciario se halla dentro de una torre hexagonal provista de unas guías sobre las que puede deslizarse a voluntad. Así, cuando los astrónomos necesitan que la luz incida en el foco Cassegrain aparcan el espejo terciario contra la pared de la torre y, al contrario, si quieren desviar la luz hacia los demás focos no tienen más que dirigirlo por los raíles hasta que se interponga en el camino de los fotones. Un espejo terciario lleno de ventajas –sobre todo comparado con la opción de instalarlo y desinstalarlo cada vez que se utiliza– que, sin embargo, compite en destreza con el secundario: este, además de reflejar la luz, domina un preciso juego de movimientos que le permiten recoger correctamente la luz y corregir los posibles defectos generados por vibraciones en la estructura. Y a una velocidad de vértigo: puede realizar cinco oscilaciones en un solo segundo.

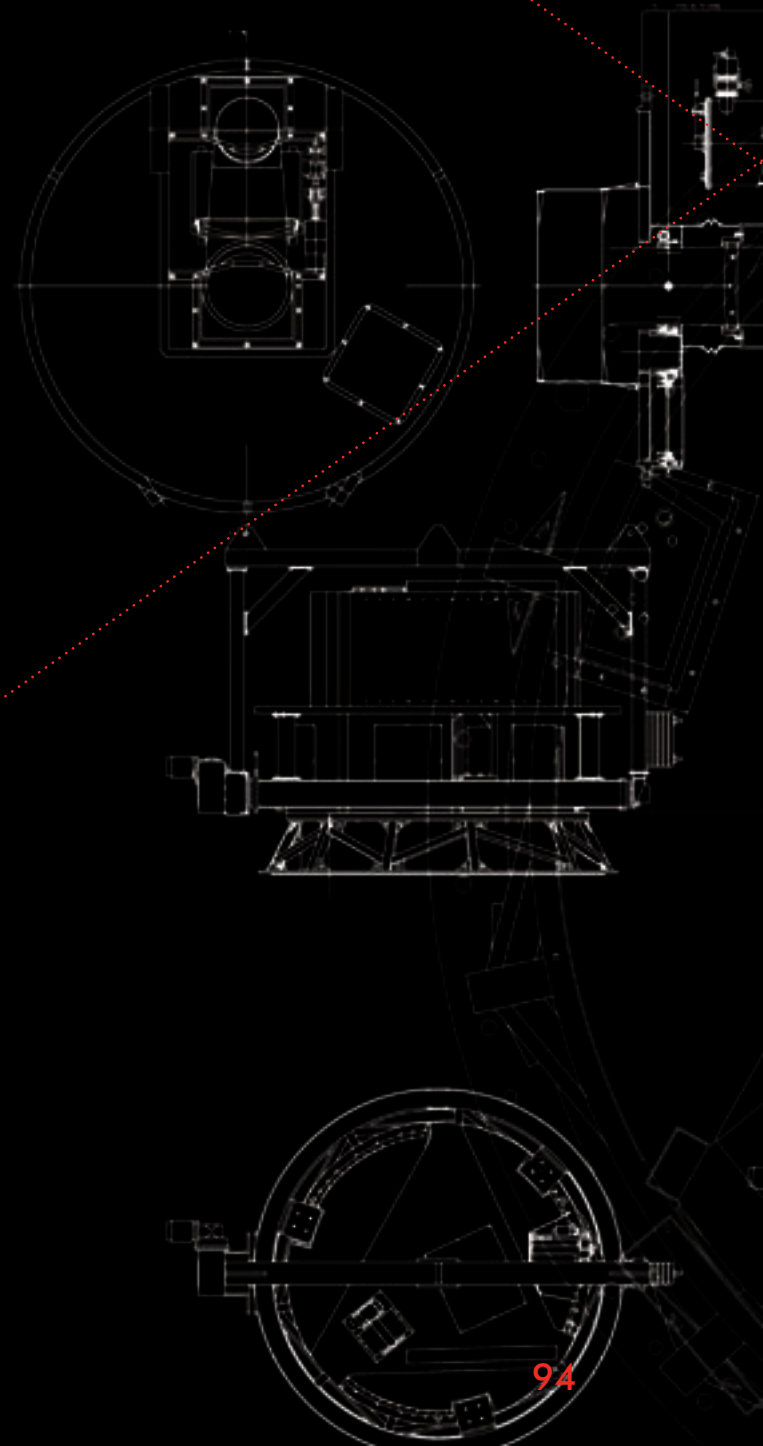
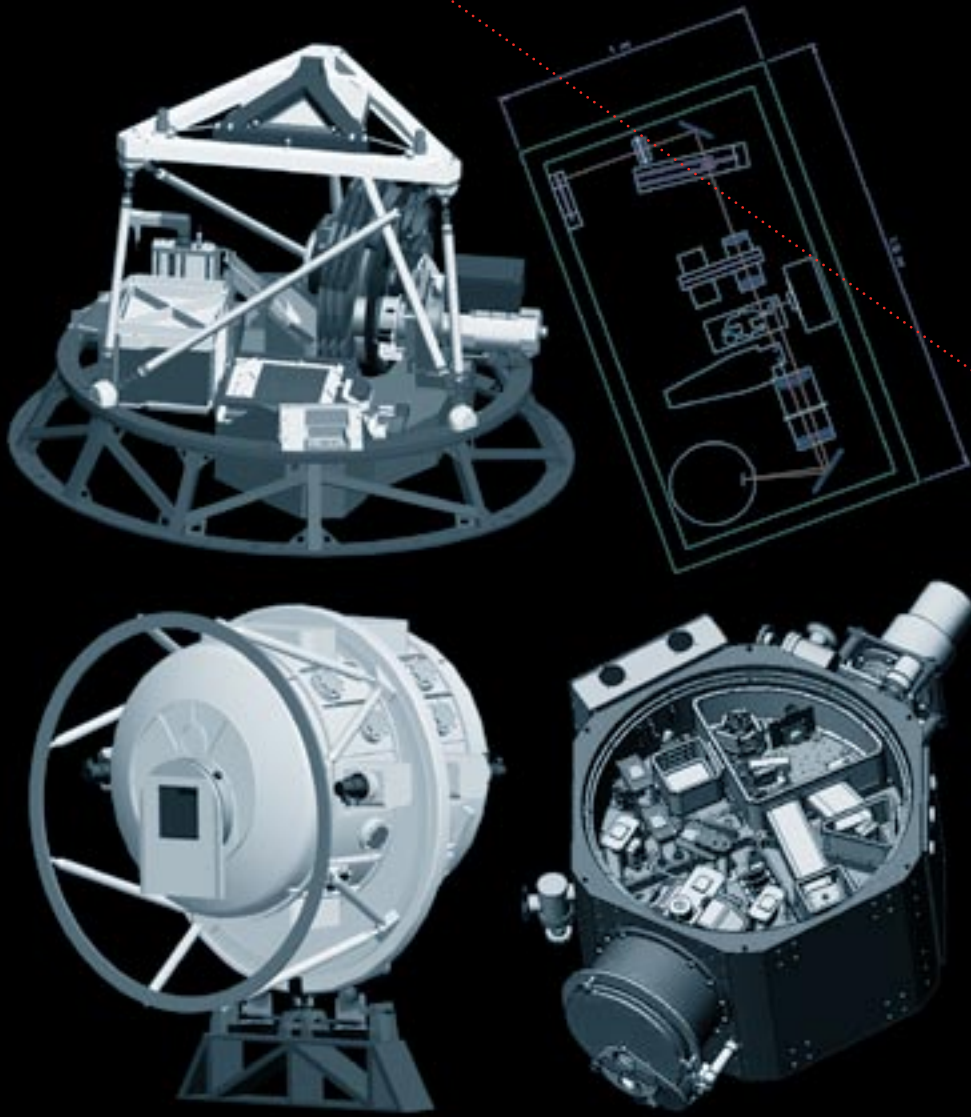


TERTIARY MIRROR TOWER ASSEMBLY





# TRADUCIENDO el MENSAJE



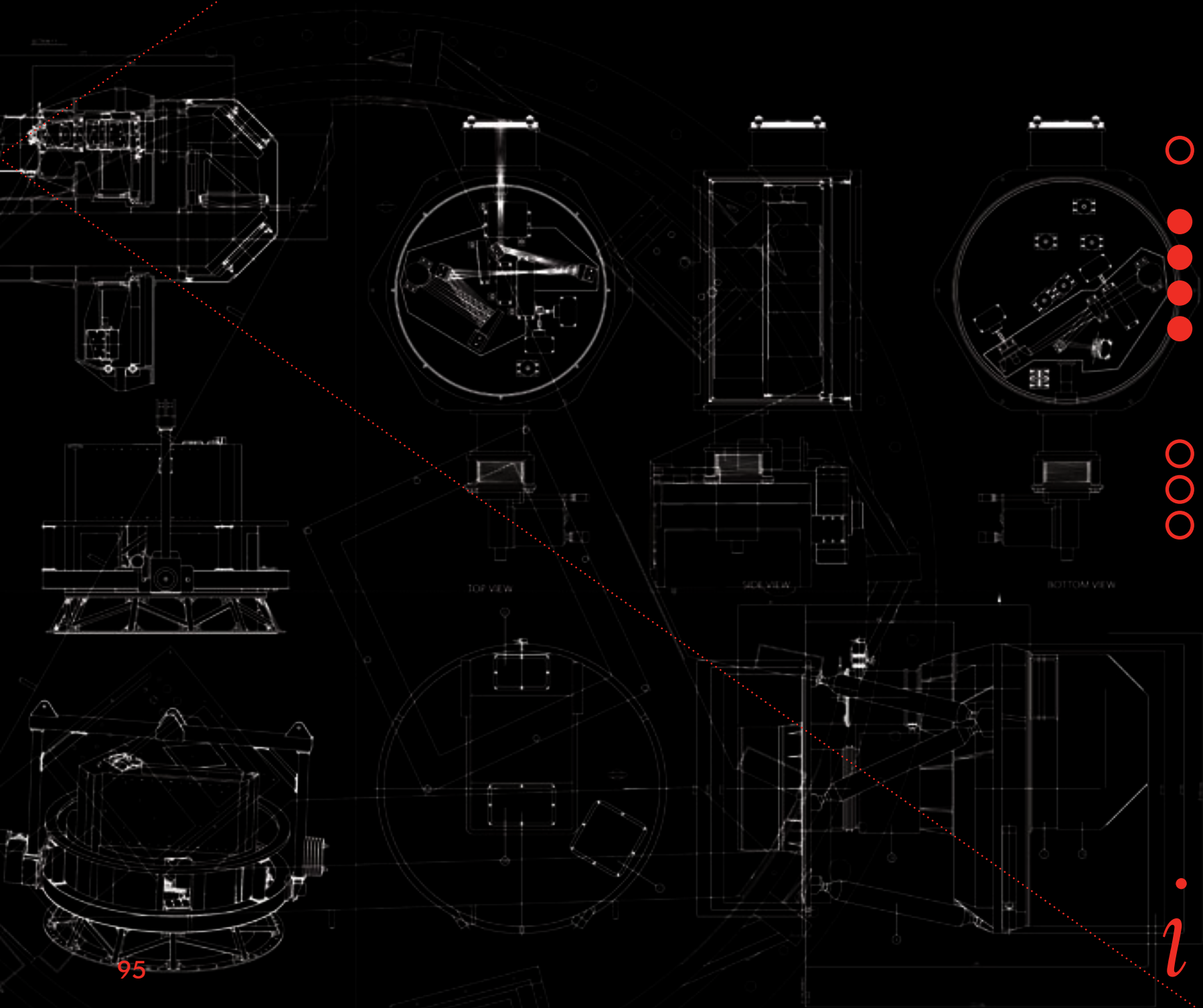
Pero todos estos desvelos por recolectar fotones y reenfoarlos con precisión no tendrían sentido sin los instrumentos que, ubicados en los focos, exprimen el mensaje de la luz y permiten medirla. En cierto sentido, la instrumentación rentabiliza todos los esfuerzos que, distribuidos en mecánica, control, electrónica y obra civil, hacen posible una gran calidad óptica, de modo que un puesto en uno de los siete focos del GTC constituye un honor difícil de obtener.

En primer lugar, la comunidad astrofísica debe valorar sus intereses científicos y determinar qué tipo de instrumentación necesita; después el comité científico asesor, tras examinar las propuestas y evaluarlas, aprueba un proyecto determinado que, como mínimo, requiere la dedicación exclusiva de un equipo de astrónomos e ingenieros durante cinco años. A lo largo de este periodo el equipo debe lidiar con constantes desafíos tecnológicos, ya que el peso y tamaño de los componentes de los instrumentos guarda relación con el tamaño del telescopio, y el nuestro es muy grande. Así, los instrumentos OSIRIS, Cañari-Cam, EMIR y FRIDA constituyen prodigios en los que el tamaño no riñe con la precisión. Los dos primeros se denominan instrumentos de primera generación porque funcionarán a partir del "Día Uno", fecha que marca el comienzo de la operación científica. EMIR y FRIDA, junto con futuros proyectos, formarán parte de segundas y terceras generaciones de instrumentos.

Hechas las presentaciones, veamos de qué son capaces. OSIRIS, que detecta luz visible, genera imágenes de los objetos celestes y realiza espectroscopía, una técnica que descompone la luz de estos objetos en sus diferentes longitudes de onda (colores) y permite estudiar su composición química, temperatura, densidad, o incluso su velocidad de rotación. ¿Las ventajas de OSIRIS? Varias, e importantes: puede estudiar el espectro de varios objetos a la vez y observar los objetos más débiles, inalcanzables para muchos detectores, con una nitidez sin precedentes al eliminar la mitad del ruido asociado a la observación. Por su parte, Canari-Cam ve luz infrarroja, invisible para el ojo humano. La astronomía infrarroja es un área emergente que está generando muchos descubrimientos, y en la que el GTC destacará gracias a su tamaño: podrá completar en una noche de observación lo que exigiría cuarenta en un telescopio de cuatro metros. Y Canari-Cam será su aliado eficaz: obtendrá imágenes directas, realizará espectroscopía y polarimetría (una técnica muy útil para estudiar objetos con campos magnéticos), e incluso podrá ocultar el área más brillante de, por ejemplo, una estrella, para indagar en las regiones que su brillo impide observar, como un posible disco con planetas.

EMIR y FRIDA, instrumentos de segunda generación que entrarán en funcionamiento en 2009 y 2011 respectivamente, han supuesto desafíos sólo comparables a sus futuros resultados. EMIR, un espectroscopio infrarrojo, explotará al máximo las posibilidades de las rendijas. Muchas regiones del universo se hallan tan pobladas que se emplean máscaras para tapar lo que no interesa, de modo que, literalmente, se observa a través de una rendija. Algunos instrumentos incorporan máscaras multi-rendija, formadas por una red de placas que crean varias rendijas y permiten aislar varios objetos a la vez. Pero cada cambio de objetivo requiere mover las máscaras, algo complicado si se trabaja en el infrarrojo, que exige que todos los componentes del instrumento se hallen a 200 grados bajo cero. Habría que calentar, cambiar las máscaras y volver a enfriar, con el consiguiente gasto de tiempo y energía. El desafío de EMIR consiste en robotizar este proceso, lo que lo convierte en el proyecto más ambicioso de su género y multiplicará su eficacia entre un factor sesenta y cien.

Para terminar, un breve apunte sobre las excelentes gafas del GTC que representa FRIDA, una cámara infrarroja que estrenará el sistema de óptica adaptativa del GTC. FRIDA recibirá la luz una vez eliminadas las perturbaciones atmosféricas y, con este inmejorable material, su sistema de espejos le permitirá realizar espectroscopía en tres dimensiones en baja, media y alta resolución.







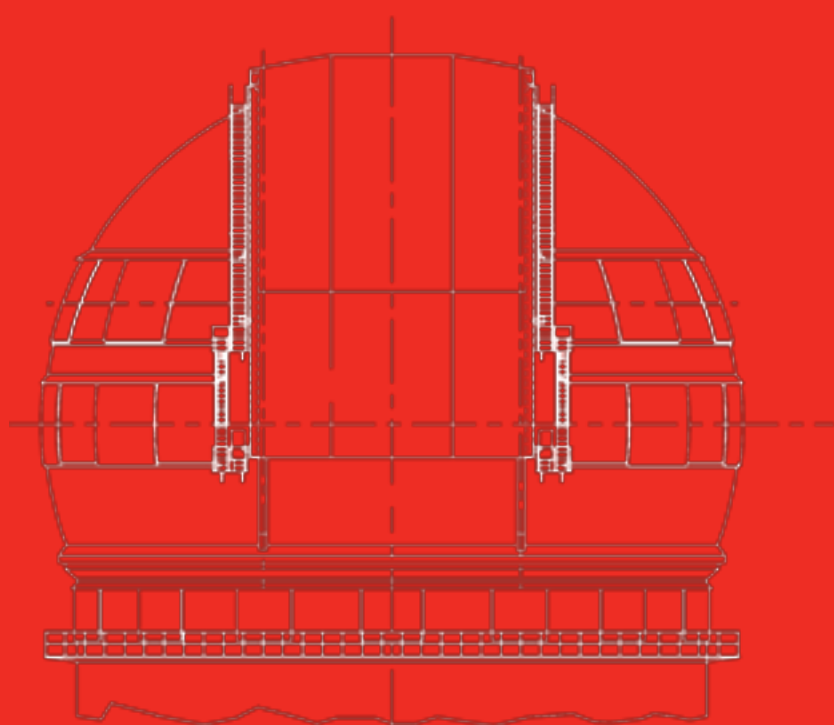
## DETRÁS de una buena IMAGEN una buena IMAGEN

Las imágenes que nos proporcionará el GTC serán, sin duda, impresionantes, y los espejos y los instrumentos se llevarán gran parte del mérito. Pero, para ser justos, debemos distribuirlo entre un sinnúmero de elementos: por supuesto, el equipo humano, pero también el conjunto de motores, codificadores, cables y conexiones que convierten el telescopio en un organismo vivo. El GTC tiene armarios de refrigeración que evitan el calentamiento de la electrónica; rotadores que impiden que los cables se retuerzan; bombas de aceite a presión que permiten que una estructura de 300 toneladas pueda desplazarse con esfuerzos mínimos –de hecho, el telescopio puede moverse con un simple empujón–; sistemas de posición que registran movimientos de centésimas de micra; y, claro, un complejo sistema de control que regula y coordina el funcionamiento de todos los componentes. Todo recubierto por un caparazón excepcional: una cúpula de acero de 34 metros de diámetro y 26 de altura que, aunque pesa 500 toneladas, se mueve grácilmente sobre un raíl, y dispone de aislamiento térmico y pantalla anti-viento.

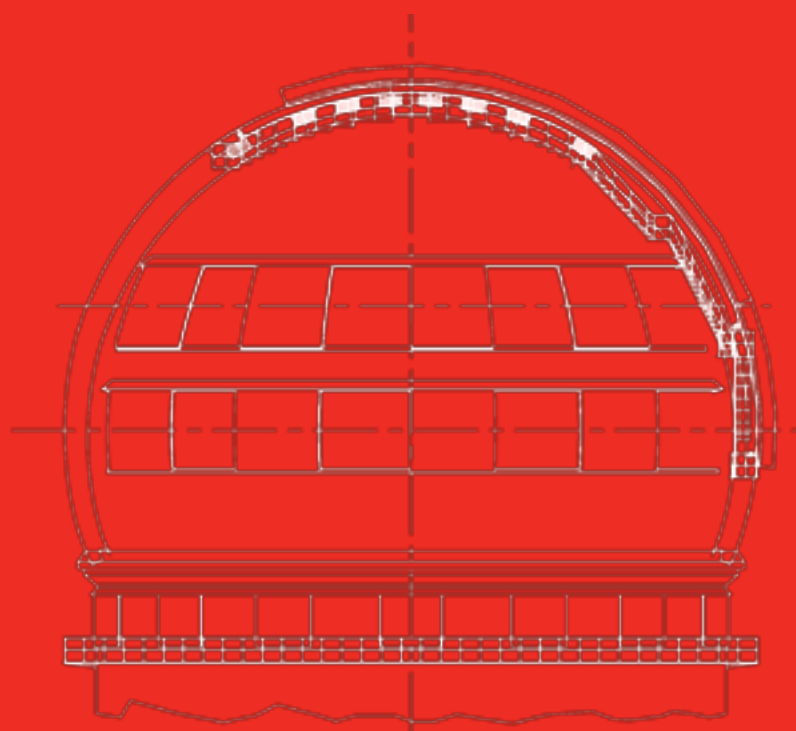
Todos los cuidados parecen pocos para que nada turbe los instantes finales del viaje de la luz, y el Gran Telescopio CANARIAS contempla todos y cada uno de ellos.

Por Silbia López de Lacalle

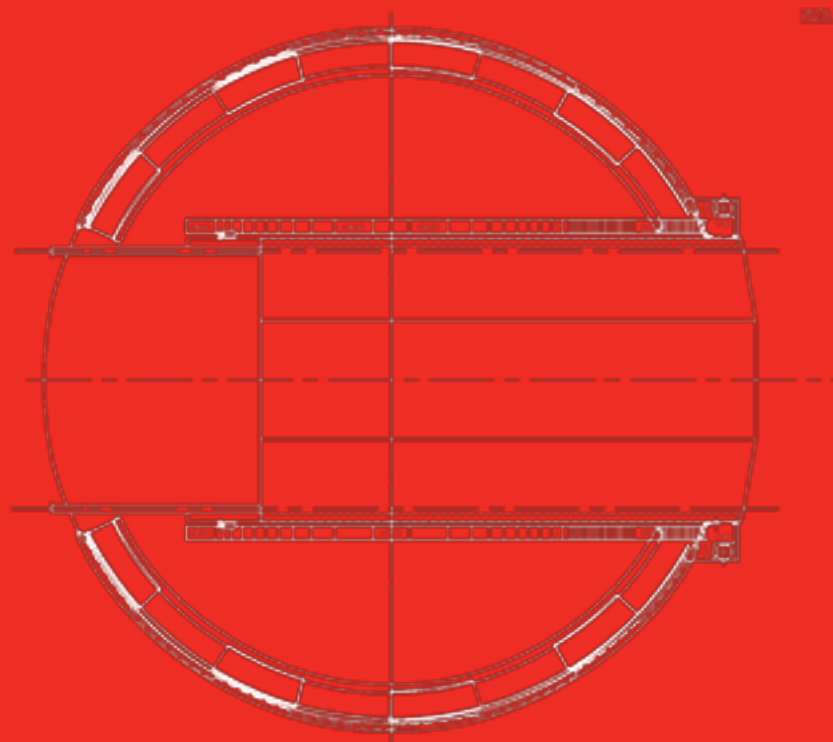
# CÚPULA



VERGADA

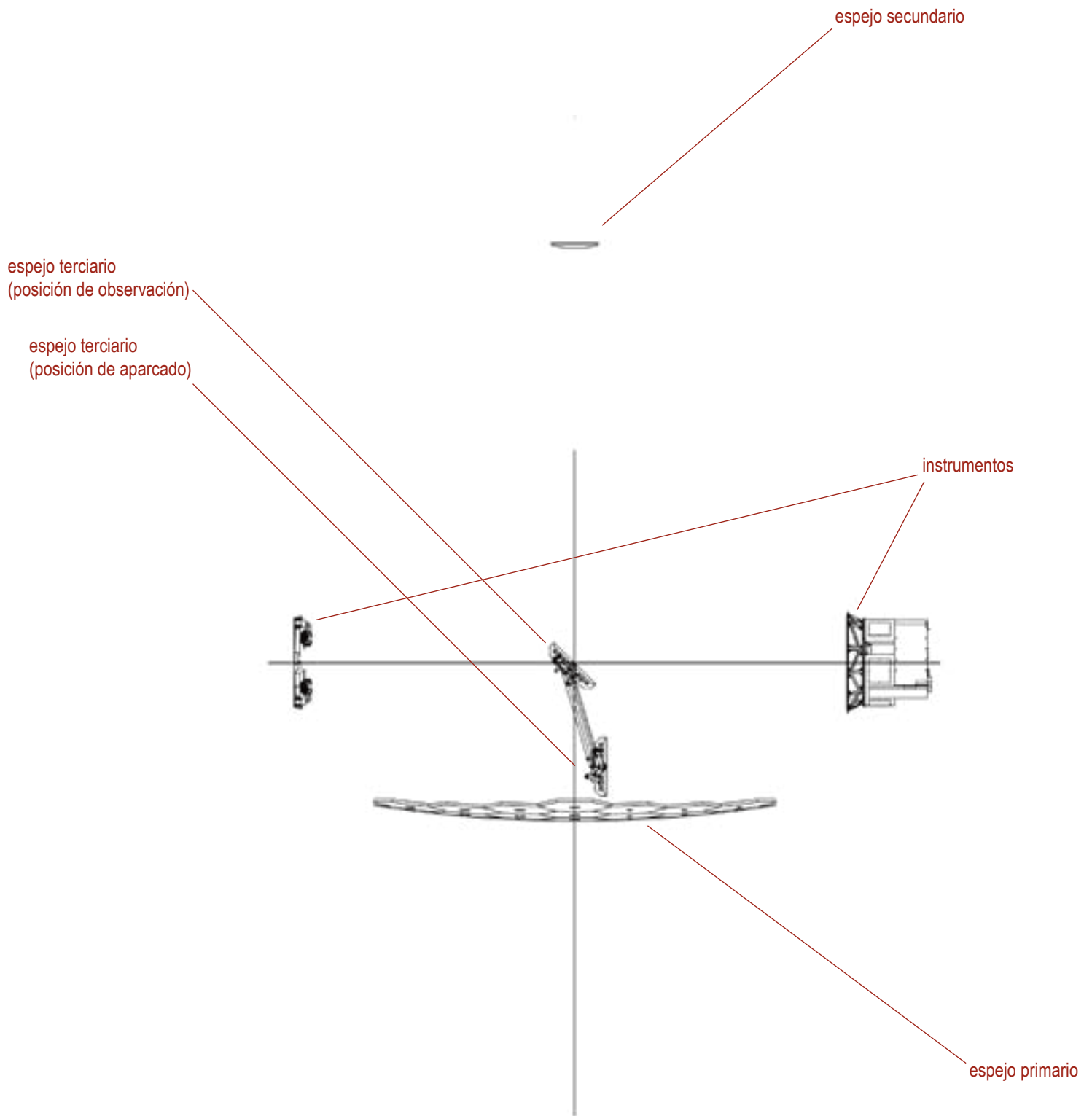


VERGADA



VERGADA

# ESPEJOS E INSTRUMENTOS







# TUBO DEL TELESCOPIO

soporte del espejo secundario

araña del espejo secundario

focos Nasmyth

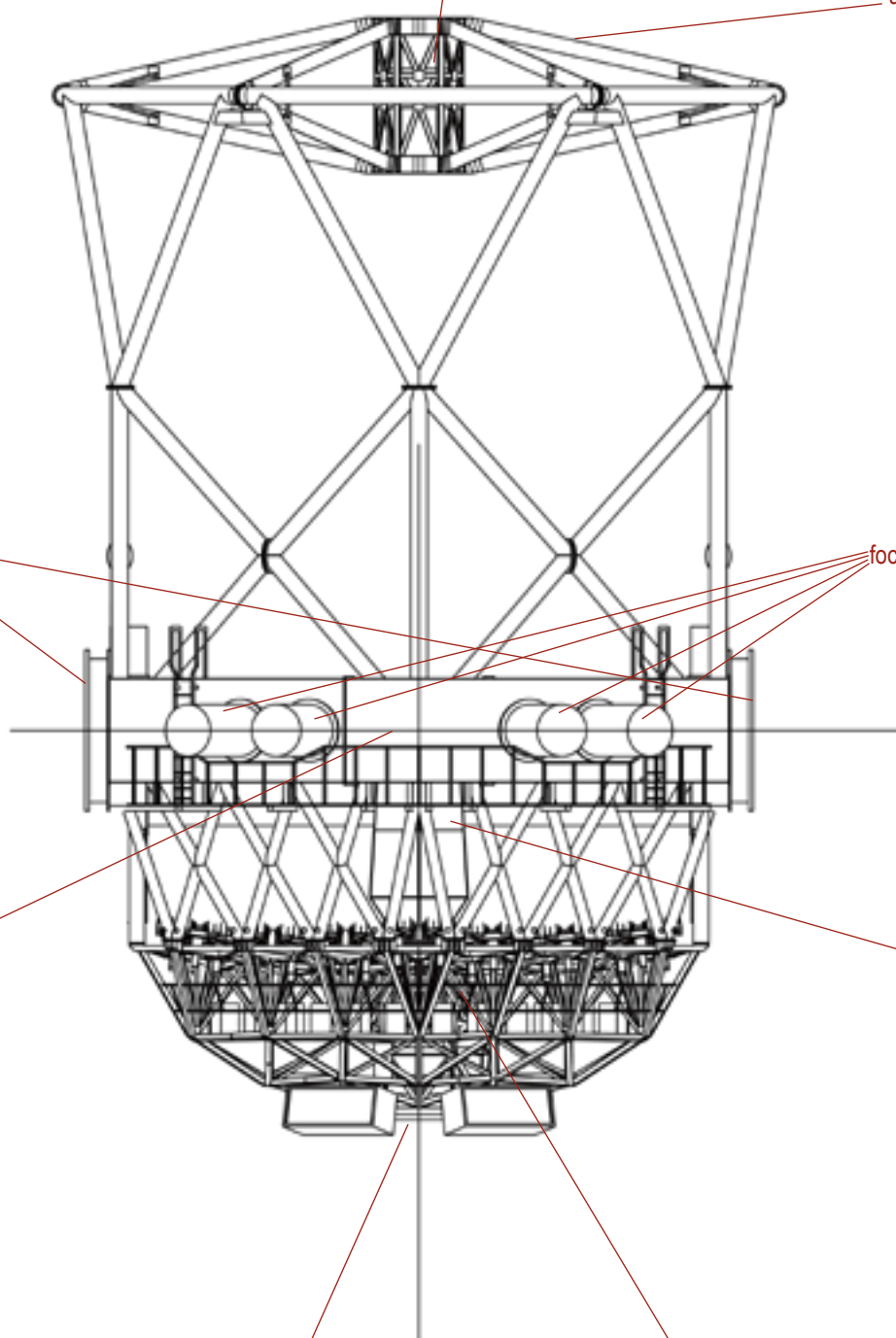
focos Cassegrain doblados

torre del espejo terciario

anillo de elevación

celda del espejo primario

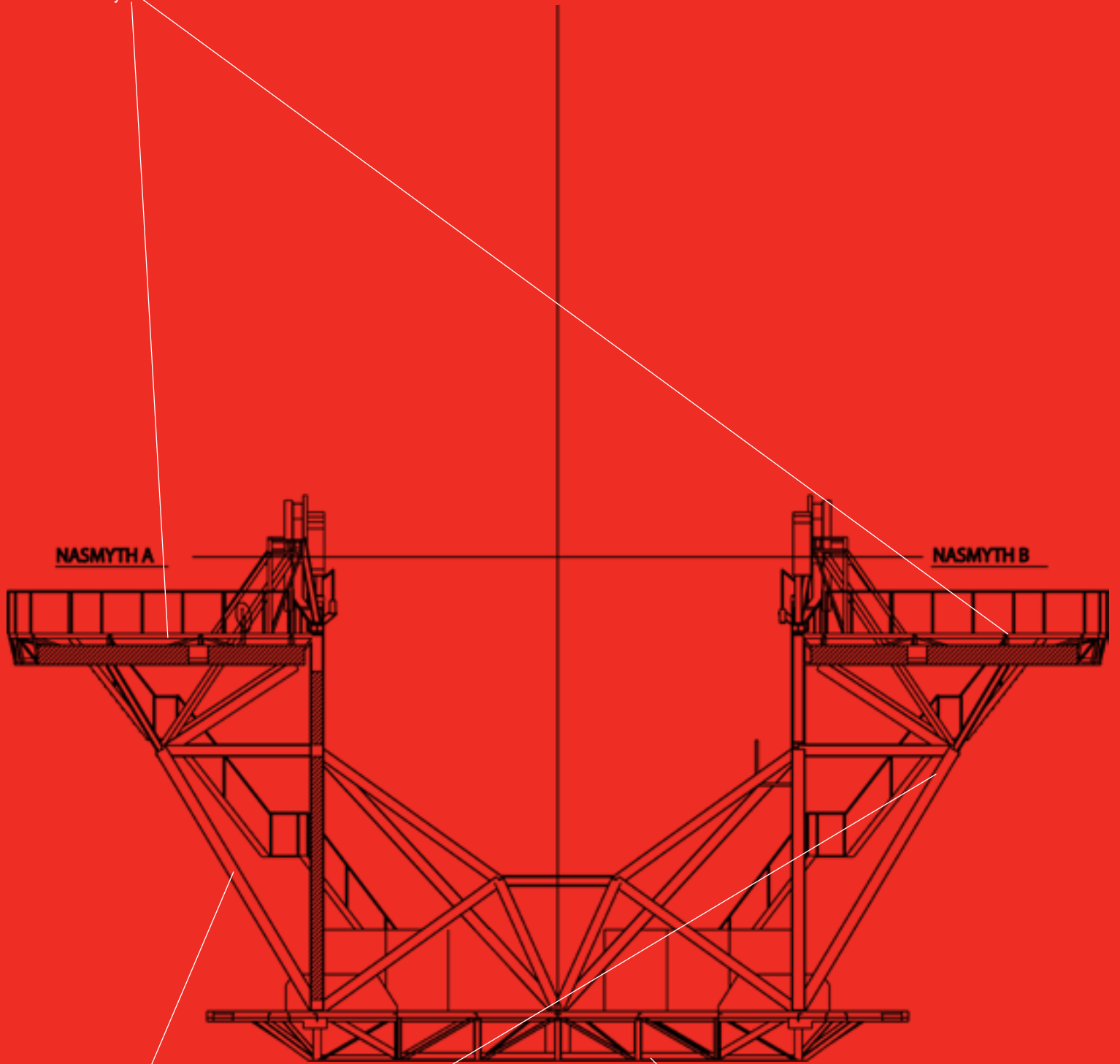
foco Cassegrain





# MONTURA DEL TELESCOPIO

plataformas Nasmyth



NASMYTH A

NASMYTH B

horquilla

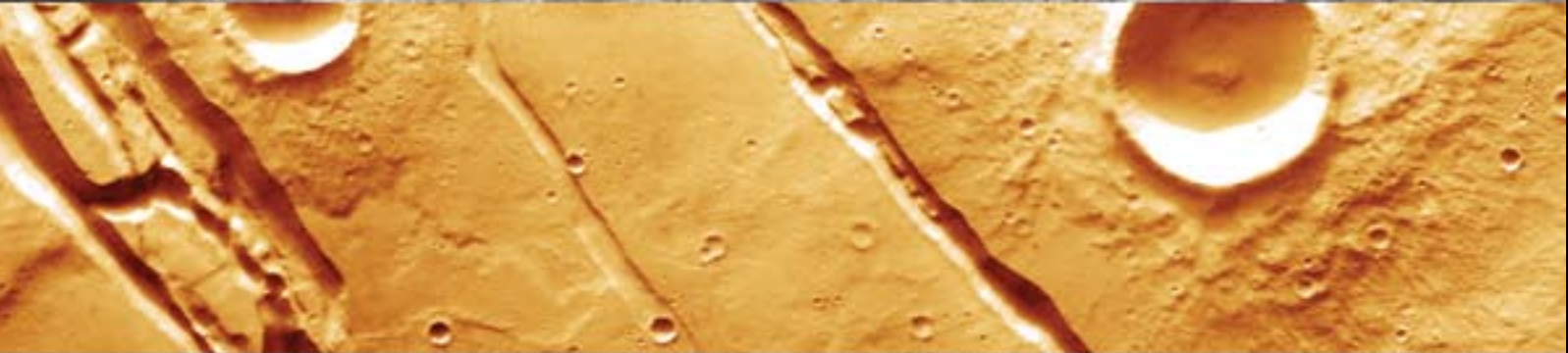
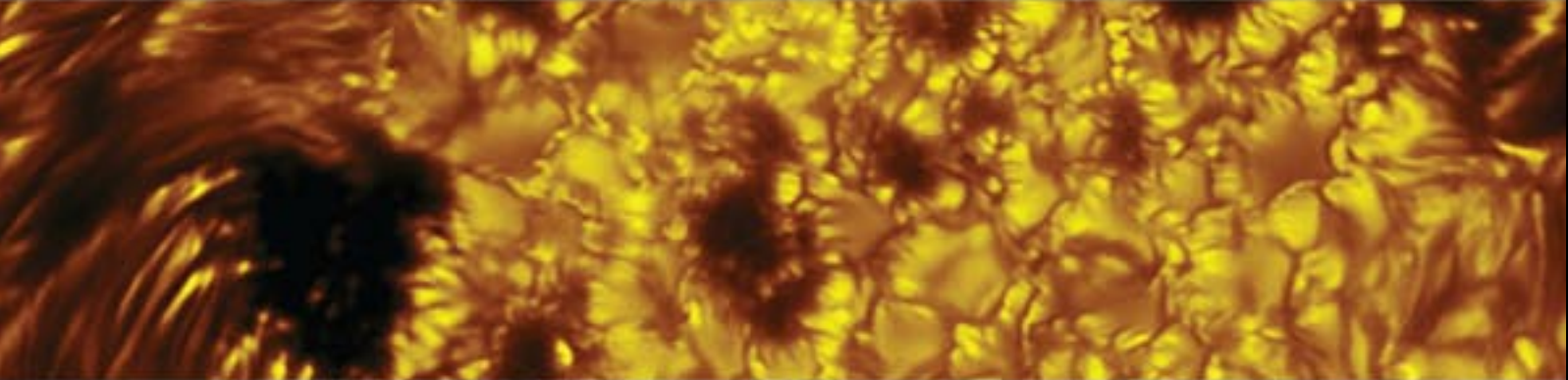
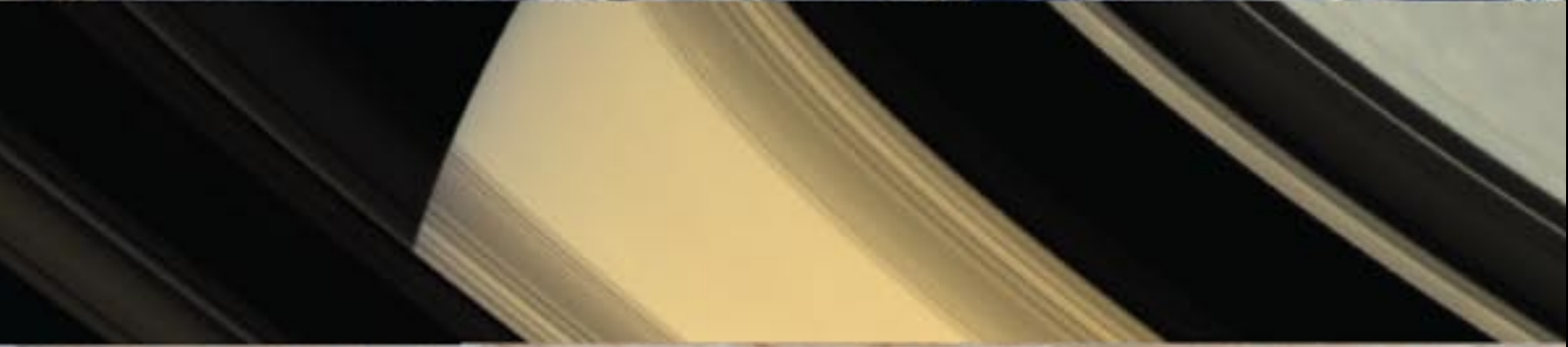
anillo de Azymuth

DESCUBRIR  
DESCUBRIR  
MIMIENTO DE  
BRIMIENT  
MIMIENTO DE  
CUBRIMIE  
DESCUBRI  
DESCUBRIR  
MIMIENTO DE





VIEN TO D  
MIENTO D  
DESCUBRIM  
O DESCU  
DESCUBRIM  
NTO DES  
MIENTO D  
MIENTO D  
DESCUBRIM



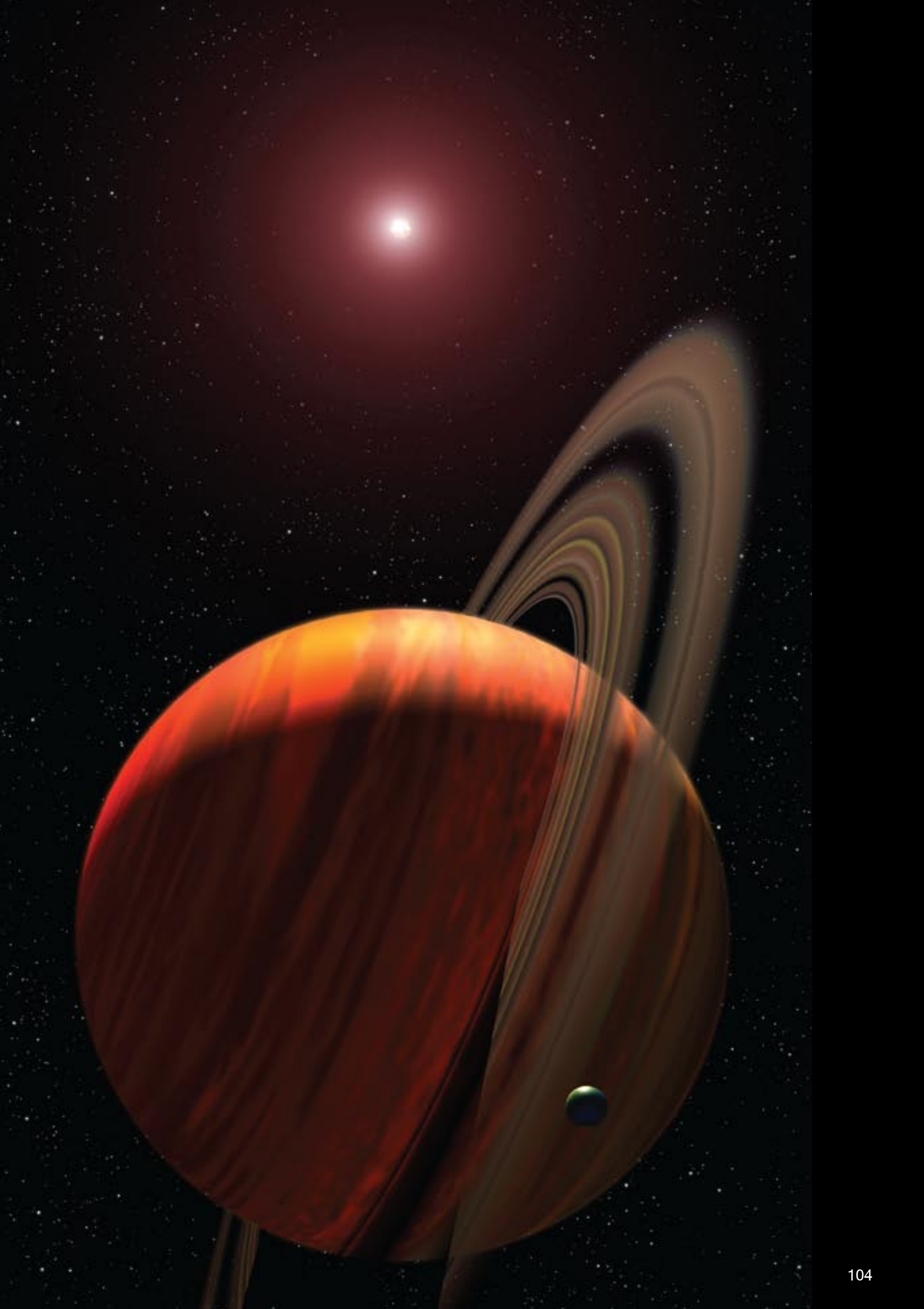


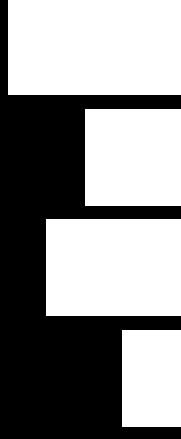
# ¿CUÁNTOS PLANETAS HAY EN EL SISTEMA SOLAR? ¿POR QUÉ SON TAN DISTINTOS?



Hasta hace poco casi todos hubiéramos gritado "¡Nueve!". Nueve planetas, por supuesto. Ése era el número de mundos que componía nuestro barrio cósmico. ¡O eso creíamos! Hoy sabemos que no es exactamente así. En los últimos años han empezado a descubrirse cuerpos del tamaño del planeta Plutón, o incluso mayores, en las afueras del Sistema Solar, más allá de Neptuno. Son desde luego mundos gélidos y oscuros, hasta el punto de que para sus habitantes, de haberlos, el Sol no sería mayor que una estrella muy brillante. Pero no dejan de ser mundos. Así pues, ¿los llamamos también planetas? La Unión Astronómica Internacional decidió en el verano de 2006, tras mucha discusión, que no exactamente: esos

cuerpos serían planetas enanos, lo mismo que el propio Plutón. Es decir, hoy se considera que el Sistema Solar tiene ocho planetas propiamente dichos; al menos tres planetas enanos; más de 130 lunas; y más de 10.000 cometas y asteroides. Pero que el debate se haya cerrado no significa que se sepa ya todo sobre el Sistema Solar. En realidad, tal vez queden tantas preguntas como objetos que lo integran. Veamos: ¿Hubo alguna vez vida en Marte y luego se extinguió? ¿Es realmente la Tierra el único planeta habitado? ¿Qué pasa en la turbulenta atmósfera de Júpiter? ¿Cuántos planetas enanos quedan por descubrir? Y así...





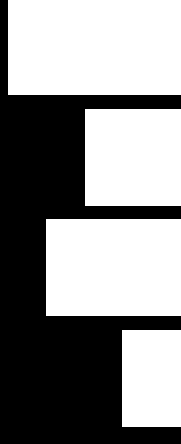
# ¿HAY TAMBIÉN PLANETAS GIRANDO EN TORNO A OTRAS ESTRELLAS?

¿Quién hubiera dicho hace veinte años que hoy se podría responder a esta pregunta? La respuesta es sí, un rotundo sí. Ya hay catalogados más de trescientos planetas que giran alrededor de otras estrellas, y cada semana se alarga la lista. No son, no obstante, planetas como la Tierra, sino mundos en su mayoría parecidos a Júpiter: masas gaseosas cientos de veces mayores que la Tierra, probablemente nada acogedores para la vida. ¿Significa tal vez que la formación de planetas es algo mucho más común de lo que se pensaba? ¿Y cómo se forman? Los astrónomos creen que, en cierto modo, los planetas vienen a ser los residuos de la formación de las propias estrellas. Cuando en una nube de gas y polvo nace una

estrella, el material sobrante se acumula formando un disco que orbita entorno al astro recién nacido. Con el tiempo, del gas y el polvo en ese disco se formarán los planetas. Así que una de las estrategias para buscar planetas entorno a otras estrellas es buscar los discos, que no en vano se llaman 'protoplanetarios'. Una de las habilidades del Gran Telescopio CANARIAS será localizar estos discos y, en ellos, a los planetas en formación. Será difícil que el GTC llegue a ver planetas como la Tierra, pero no se le escaparán a los 'Júpiter' orbitando otras estrellas.



# ¿CUÁNTAS ESTRELLAS HAY EN EL CIELO? ¿SON TODAS IGUALES?



La verdadera pregunta es: ¿Tienes paciencia para contarlas? En el cielo del Observatorio del Roque de los Muchachos puedes contar más de 6.000 estrellas, y eso sin usar telescopios ni prismáticos. Pero eso no es nada. Se estima que sólo en la Vía Láctea, nuestra galaxia, hay más de doscientos mil millones. Y varios de los astros que se ven a simple vista son en realidad galaxias, que a su vez tienen cientos de miles de millones de estrellas. Así que ¿cuántas estrellas hay en el universo? Estás a tiempo de apostar: nadie ha respondido a esa pregunta todavía. Lo que sí se sabe es que las estrellas no son en absoluto iguales entre sí. Hay estrellas pequeñas y grandes; estrellas que brillan casi desde que empezó

el universo y estrellas que están naciendo justo ahora; estrellas ricas en metales y estrellas pobres... Observándolas se puede aprender mucho no sólo sobre la evolución del universo en general, también sobre cómo y cuándo se formó nuestra propia galaxia. Por ejemplo se sabe que los brazos espirales de la Vía Láctea están poblados sobre todo de estrellas jóvenes, mientras que en el halo, la parte más externa, hay sobre todo estrellas viejas. ¿Por qué esa disposición? A veces, las estrellas en una galaxia dan información sobre el origen y la evolución de esa galaxia, por ejemplo si ha chocado con otra galaxia y en el proceso ha habido intercambio de estrellas...



# SI HAY ESTRELLAS JÓVENES Y VIEJAS ¿COMO NACEN? ¿DONDE? ¿Y TAMBIEN MUEREN? ¿TIENEN HIJOS?

Vale, las estrellas no están vivas en el sentido en que estamos acostumbrados. Pero sí es cierto que las estrellas nacen, crecen, mueren... ¡Y se reproducen! --Sí, el orden es el correcto: las estrellas se reproducen después de morirse--. La historia va más o menos como sigue. En las galaxias, ocupando parte del ingente espacio entre las estrellas, hay regiones donde se acumulan grandes cantidades de gas y polvo, como nubes gigantes. Por motivos aún no bien comprendidos, en un determinado momento parte del material en esa nube se comprime, y empieza a aglomerarse: se ha formado el embrión de una nueva estrella. La fuerza de gravedad en ese huevo estelar atrae a más y más material, con lo que el embrión crece, lo que a su vez hace que su gravedad aumente aún más... y así en un círculo vicioso. Llegamos un momento en que los átomos en el centro mismo de la futura estrella están tan comprimidos y calientes que sus núcleos se fusionan. Y ese fenómeno marca la puesta en marcha del horno que generará la energía de la estrella. Las reacciones de fusión nuclear, en que se emite una enorme cantidad de energía, son simplemente la causa de que las estrellas brillen --los humanos, por otra parte, ya hemos comprobado en nuestro propio planeta el poder de la fusión nuclear, esa reacción es el fundamento de la 'bomba-H', así como de reactores experimentales que tal vez en un futuro generen energía de forma controlada--.

El caso es que, una vez en marcha el horno nuclear, ya tenemos una estrella bebé capaz de emitir energía suficiente como para contrarrestar su propia fuerza de gravedad. Porque en realidad una estrella es eso, una lucha permanente dentro-fuera: la gravedad que tira permanentemente hacia el centro, contra la energía fruto de las reacciones nucleares que lucha por salir -o viceversa--. Las estrellas pasan la mayor parte de su vida de miles de millones de años en ese tira y afloja, en ese equilibrio sobre la punta de un cuchillo.

Pero todo tiene un final, y el de la estrella llega cuando se acaba el combustible para las reacciones nucleares. Los núcleos atómicos que se fusionan en el horno nuclear de la estrella son de hidrógeno, el elemento más simple y abundante en el universo. El hidrógeno era el ingrediente principal de la nube en que se formó la estrella, y también es, por tanto, el ingrediente principal de la propia estrella. Pero cuando todos los núcleos de hidrógeno disponibles se han fusionado... es el principio del fin.

En las reacciones de fusión nuclear el hidrógeno se ha ido convirtiendo en otros elementos químicos --eso es lo que pasa en las reacciones nucleares: se forma un nuevo elemento químico que resulta más barato energéticamente, de forma que es la energía sobrante la que la estrella emite en forma de luz--. Una vez agotado el hidrógeno serán esos nuevos elementos los que deberán funcionar como combustible. La estrella empezará a fusionarlos en su núcleo, como en un intento desesperado por seguir emitiendo energía y contrarrestando la fuerza de gravedad. Pero el truco no funcionará indefinidamente: antes o después, el horno dejará de producir energía suficiente y la estrella cederá ante su propia fuerza de gravedad. Es la muerte. Si la estrella tiene mucha masa --más de ocho veces la del Sol-- al final de su vida se producirá una explosión de supernova; si no, puede terminar siendo una enana blanca, un cadáver estelar que ya no brilla, y que vaga por el cosmos enfriándose cada vez más, poco a poco.

¿Y qué pasa con lo de la reproducción? Ah... Es que a partir de una cierta masa, el proceso de muerte estelar incluye la expulsión al espacio de la mayor parte del material que compone la propia estrella. En concreto, el astro moribundo eyecta todos esos elementos químicos que ha ido produciendo en su horno nuclear, y con eso enriquece la composición química del espacio. Con el tiempo ese material formará nubes de gas y polvo donde acabarán naciendo nuevas estrellas. Y proseguirá el ciclo vida-muerte estelar.

Hoy en día sigue habiendo espacios en blanco en la narración detallada de cómo transcurre ese ciclo. Por ejemplo los embriones estelares son muy fríos, están a menos de 250 grados centígrados bajo cero, y además los envuelve una nube de polvo. Eso los hacía del todo invisibles para la mayoría de los telescopios hasta ahora. Y algo parecido ocurría con las estrellas fallidas, las llamadas enanas marrones, las cuales, sin que se sepa aún bien por qué, no consiguen crecer lo suficiente como para empezar a brillar. El GTC tendrá mucho que decir en este campo, gracias a sus instrumentos especializados en detectar objetos fríos y envueltos en polvo.



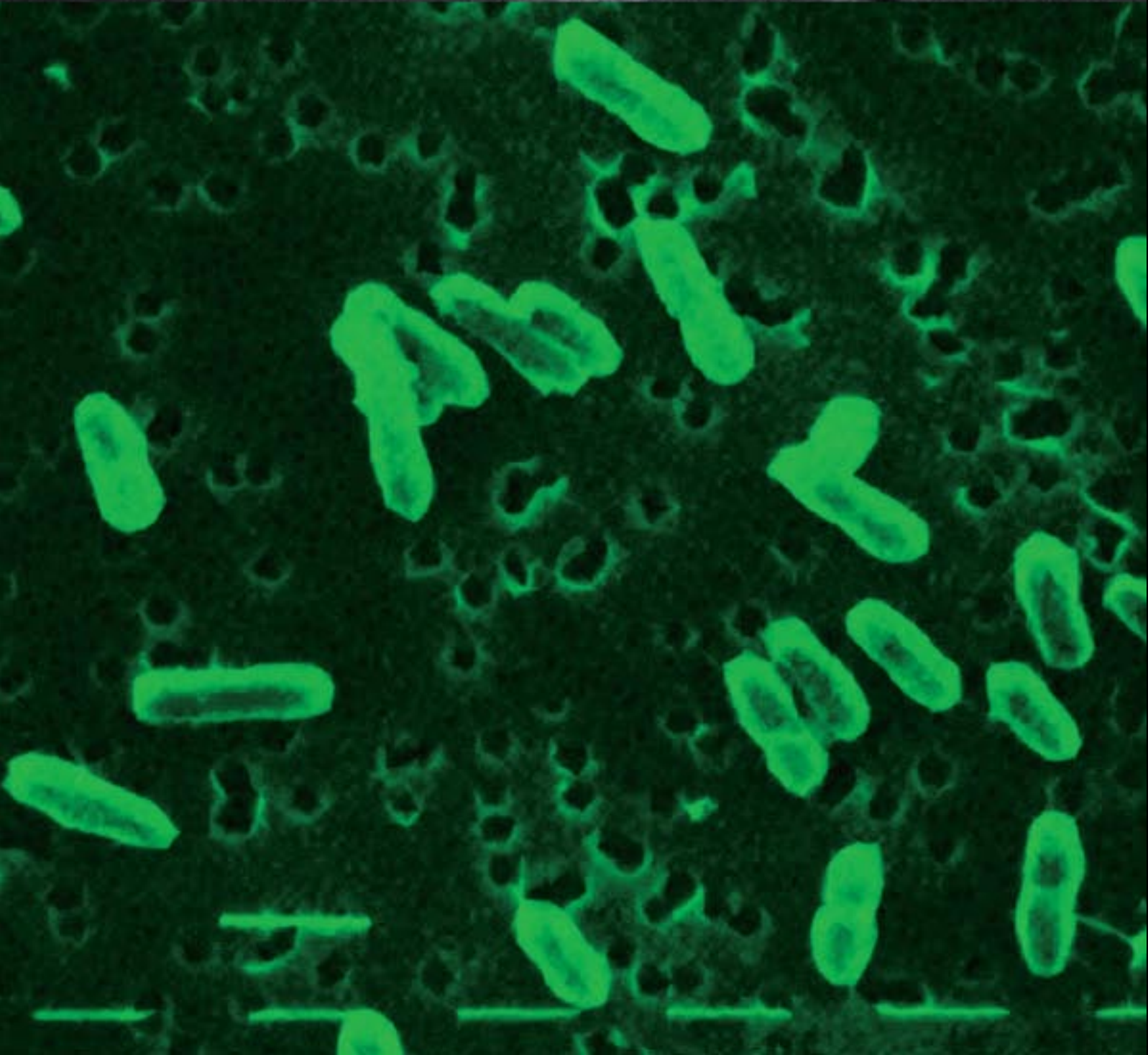


# ¿POR QUÉ LAS ESTRELLAS SE AGRÚPAN EN GALAXIAS?

¿Podrían las estrellas estar completamente aisladas en el cosmos, en vez de formando galaxias? Bueno, en realidad las estrellas están aisladas. La estrella más cercana al Sol, Próxima Centauro, está a 4,22 años luz -unos 40 billones de kilómetros-, lo que no es precisamente cerca. Pero todo depende del punto de vista. Cuando con los telescopios se mira a lo lejos, muy a lo lejos, se pierde la perspectiva de las estrellas individuales y se abarca en cambio regiones inmensas. Lo que se aprecia entonces es que el universo parece estar organizado en enormes espacios vacíos interrumpidos por grandes aglomeraciones de materia: galaxias agrupadas en cúmulos de galaxias; cúmulos agrupados en súper-cúmulos de galaxias... Si en las galaxias hay decenas o cientos de miles de millones de estrellas, en los súper-cúmulos de galaxias hay miles de galaxias. Hoy se sabe que un observador capaz de abarcar gran parte del universo, casi como si lo contemplara desde fuera, vería que los cúmulos y súper-cúmulos se distribuyen formando láminas y filamentos separados por vastas regiones donde no hay, en apariencia, nada.

Todo eso deja muy intrigados a los astrónomos: ¿Cómo emerge esta estructura a gran escala? Últimamente, además, esta pregunta se ha complicado con el descubrimiento de que los componentes principales del universo, los ingredientes más abundantes, son un tipo de energía y materia oscuras, de las que apenas se sabe nada. Se deduce que existen por sus efectos. La energía oscura, por ejemplo, viene a ser una fuerza repulsiva opuesta a la gravedad, una fuerza que separa en vez de unir. La materia oscura no se ve con los telescopios, pero ejerce atracción gravitatoria y por tanto tiene que estar ahí. Pero ¿qué son la una y la otra? ¿Qué papel juegan ambas en la formación de estructuras en el universo?

El GTC y sus instrumentos ayudarán a abordar estas cuestiones. Y lo harán atacando por varios frentes. Los astrofísicos investigarán las grandes macroestructuras observando los súper-cúmulos de galaxias, pero también la formación y evolución de las propias galaxias. Por ejemplo, ¿por qué algunas galaxias son elípticas y otras espirales? ¿Cómo se distribuyen las estrellas cuando dos galaxias chocan o se encuentran? ¿Crecen las galaxias a base de formar más estrellas en su interior, o devorando otras galaxias (¡o de las dos formas!)? ¿Cómo serán las galaxias dentro de miles de millones de años?



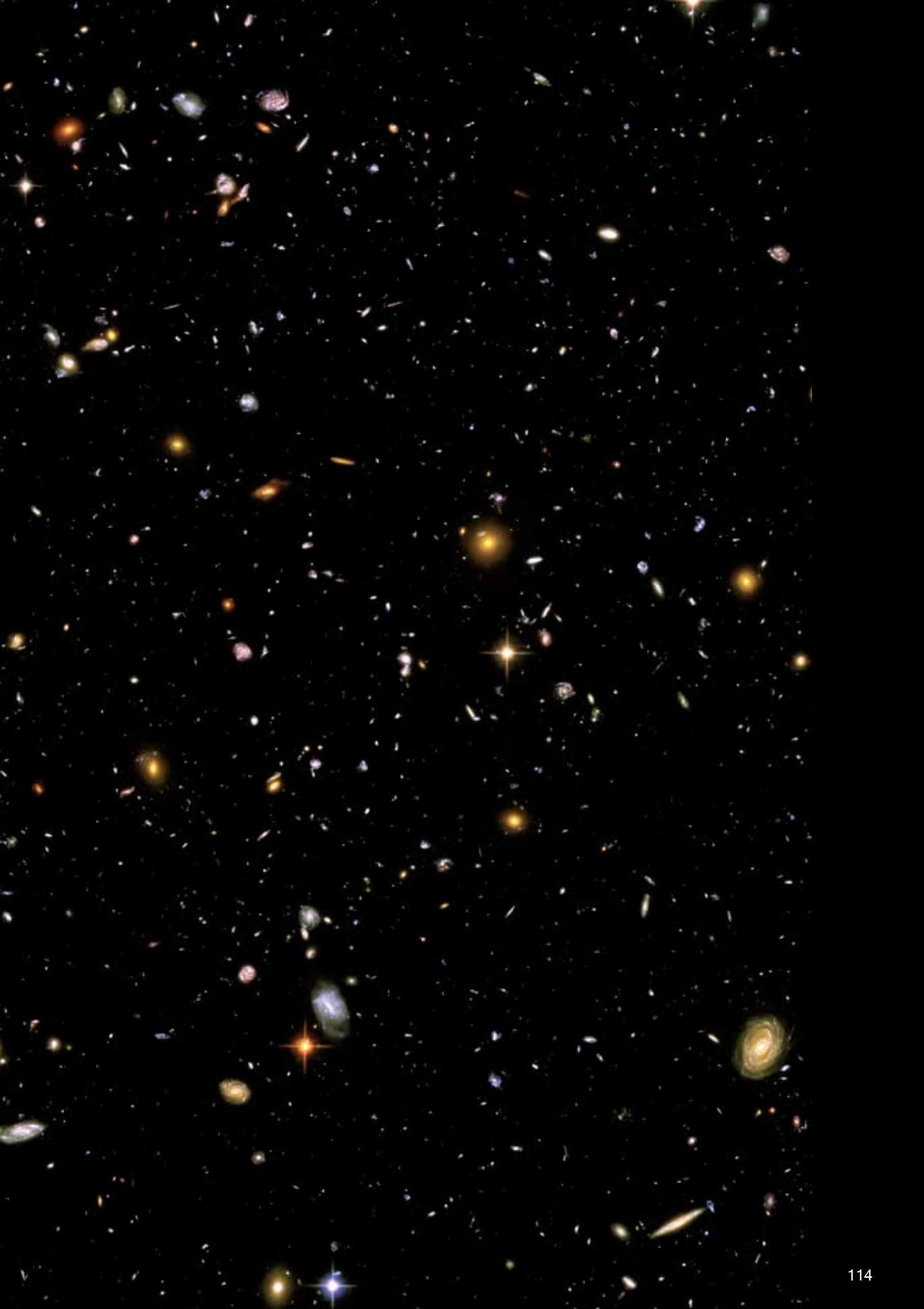
# ¿POR QUÉ VIVIMOS EN ESTA PARTE DEL UNIVERSO Y NO EN OTRA? ¿CUAL SERIA EL LUGAR MENOS HABITABLE DEL UNIVERSO PARA CUALQUIER SER VIVO?

No sabemos si hay vida en alguna otra parte del universo. Tampoco cómo sería en caso de haberla. Pero sabemos que, si se pareciera a la vida que conocemos, no podría existir en cualquier parte. El catálogo de especies conocidas hoy -vivas o extintas- incluye los entes más raros imaginables: microorganismos que metabolizan metales; un reino entero de seres que comen luz --¿qué son si no los vegetales?--; organismos que viven enterrados en el hielo, otros que necesitan más de 100 grados de temperatura... Sin embargo, todos morirían si no hubiera agua líquida. No se conoce hoy ningún ser vivo que no dependa de ese compuesto, y eso, obviamente, impone restricciones a los lugares del universo en que podía desarrollarse la vida tal como la conocemos. Por ejemplo, a la luz de lo que sabemos hoy, la vida probablemente necesita un planeta con una superficie sólida, y situado a una distancia tal de su estrella como para permitir que el agua, de haberla, no se evapore ni esté siempre helada.

Pero seguramente la vida requiere también un poco de tranquilidad cósmica: no tener de vecino más próximo un agujero negro, ni una megastrella a punto de estallar como supernova... Nuestro barrio, regido por un muy estable Sol de mediana edad, parece un rincón bastante tranquilo, o al menos lo ha sido durante el breve período -en términos relativos- en

que lleva existiendo la vida en la Tierra. Pero no hay que tomar la parte por el todo. Visto a escala global, el universo es todo menos tranquilo. En los últimos tiempos los astrónomos están descubriendo que los fenómenos muy energéticos, violentos en términos antropocéntricos, son de lo más común. Hoy se sabe, por ejemplo, que todas las galaxias -también la Vía Láctea- tienen enormes agujeros negros en sus centros, sumideros cósmicos que devoran toda materia a su alcance. Es más, la materia que cae a los agujeros negros centrales de algunas galaxias emite tanta energía que convierte a esas galaxias en auténticos faros cósmicos, deslumbrantes a miles de millones de años luz de distancia. Y están las explosiones de rayos gamma, el fenómeno más energético de todos. Estos estallidos liberan cantidades de energía comparables a las del Big Bang -la Gran Explosión con que se cree que empezó todo-, pero aún no está claro qué proceso las origina.

Ahora bien, como la Tierra parece a salvo de monstruos cósmicos, ¿hay que cruzarse de brazos? La investigación de los fenómenos violentos no ha hecho más que empezar, y el GTC aspira a aportar mucho a su estudio.



# ¿CÓMO EMPEZÓ TODO?

Es como un cuento: había una vez un universo comprimido en un espacio minúsculo, densísimo y caliente... Lo curioso es que es verdad. Hoy por hoy, los cosmólogos no tienen dudas acerca de que en algún momento de hace 13.700 millones de años el cosmos empezó a expandirse, en un fenómeno bautizado Big Bang o Gran Explosión.

Pero saber eso no significa que ya se comprenda todo. ¿Cómo exactamente, a partir de ese estallido inicial, empezaron a formarse estrellas y galaxias? ¿Cómo eran las primeras estrellas que se formaron? Con los telescopios actuales se puede ver galaxias cuya luz lleva viajando más de diez mil millones de años, lo que significa que las vemos como eran entonces, no como son ahora. Esa es una ventaja para estudiar el origen del cosmos, porque observando lejos también se retrocede en el tiempo. Pero bucear tan atrás en el espacio y en el tiempo no es fácil. Para empezar, por lo obvio: cuanto más lejos, más débil (por lo general), y más difícil de detectar. También porque la época en que se formaron las primeras estrellas y galaxias permanece envuelta en polvo, formando una barrera impenetrable

para muchos telescopios. Y, además, porque la luz que llega de objetos muy lejanos está en cierto modo deformada -desplazada hacia el rojo, en términos más técnicos-- por efecto de la expansión del universo.

El GTC está equipado con armas potentes para enfrentarse a esos obstáculos.

Su gran espejo le permite recolectar luz de los objetos más lejanos y débiles, y su instrumentación infrarroja -Canari-Cam y, dentro de algunos años, EMIR- está pensada para sortear las nubes de polvo. En cuanto al desplazamiento al rojo de la luz de galaxias lejanas, es justo el reto que el instrumento OSIRIS se ha planteado superar.

Por Mónica G. Salomone



*“Con OSIRIS observaremos atmósferas de los planetas del Sistema Solar; supernovas; agujeros negros; cuásares distantes... E investigaremos el origen de los estallidos de rayos gamma, unas tremendas emisiones de energía cuyo origen no está claro”.* **Jordi Cepa**, Investigador Principal de OSIRIS, instrumento de primera luz del GTC.

*“En nuestro proyecto científico estrella –llamado OTELO—estudiaremos una cantidad sin precedentes de galaxias en la infancia del universo. Investigaremos cómo han evolucionado su formación estelar y su composición química hasta la actualidad. Es algo que sólo puede hacerse con OSIRIS”.* **Jordi Cepa**, Investigador Principal de OSIRIS, instrumento de primera luz del GTC.

*“Con OSIRIS podremos observar objetos tan lejanos que los vemos ahora tal como eran cuando el universo tenía sólo entre 1.200 y 1.500 millones de años, apenas un 10% de su edad actual”.* **José Miguel Rodríguez Espinosa**, responsable científico del GTC.

*“Con EMIR podremos distinguir galaxias débiles, estrellas poco masivas, objetos estelares jóvenes, enanas marrones... Nos permitirá estudiar en detalle sobre todo dos tipos de objetos. Aquellos cercanos pero ocultos tras nubes de material que bloquean su luz visible, pero no la radiación infrarroja que emiten y que EMIR puede detectar; son objetos siempre muy interesantes, entre otras cosas porque donde hay mucho material es donde se forman las estrellas. También estudiaremos objetos muy lejanos, cuya luz nos aparece más roja de lo que originalmente era. Por ello, necesitamos la combinación de telescopios muy potentes con instrumentos infrarrojos, precisamente lo que son GTC y EMIR”.* **Paco Garzón**, Investigador Principal de EMIR, instrumento de segunda generación del GTC.

*“Hoy sabemos que muchas estrellas tienen planetas o discos a su alrededor. Ahora queremos conocer la conexión entre los discos y los planetas que se forman en ellos, queremos saber cuánto tardan en formarse los planetas, y por qué proceso”.* **Charlie Telesco**, Investigador Principal de Canari-Cam, instrumento de primera luz del GTC.

*“La óptica adaptativa corrige las deficiencias en la imagen producidas por las turbulencias de la atmósfera terrestre. Cuando la óptica adaptativa empiece a funcionar en el GTC podremos observar discos planetarios y, dentro de ellos, a los planetas más grandes”.* **José Miguel Rodríguez Espinosa**, responsable científico del GTC.

*“Con FRIDA se aprovechará al máximo el impresionante poder de resolución del GTC, combinado con la nitidez que el sistema de óptica adaptativa le dará a las imágenes, para obtener información del cosmos con detalles antes sólo imaginados desde un telescopio espacial. FRIDA escudriñará las zonas cercanas a los hoyos negros que radican en el centro de las galaxias; inspeccionará zonas de formación estelar para revelar los procesos de una estrella en sus primeras etapas de desarrollo; buscará los mecanismos que dan lugar a chorros supersónicos en estrellas que tienen compañeras y se encuentran en estados avanzados de evolución y, por supuesto, será también una herramienta determinante en la búsqueda de planetas en estrellas de nuestra vecindad. FRIDA será la lupa de GTC”.* **Alberto López**, Investigador Principal de FRIDA, instrumento de segunda generación del GTC.





ro futuro futuro futu  
o futuro futuro futu  
turo futuro futuro fu  
o futuro futuro futu  
futuro futuro futuro  
uro futuro futuro fut  
ro futuro futuro fut  
o futuro futuro futu  
turo futuro futuro fu  
o futuro futuro futu  
futuro futuro futuro  
uro futuro futuro fut  
ro futuro futuro fut  
o futuro futuro futu  
turo futuro futuro fu  
o futuro futuro futu  
futuro futuro futuro







# LAS PRÓXIMAS VENTANAS AL UNIVERSO

El Gran Telescopio CANARIAS abre las puertas al futuro de los telescopios. Las expectativas señalan que el GTC podrá estar en funcionamiento durante más de cuarenta años, que en astronomía dan para mucho: en ese tiempo este telescopio podrá albergar más de 20.000 programas de investigación y dar servicio a unos 40.000 astrónomos. Serán años clave, además, para el desarrollo de la próxima generación de ojos que la humanidad tiene previsto abrir al universo, que incluye desde telescopios con espejos de decenas de metros de diámetro hasta detectores de un tipo de radiación nunca captada hasta ahora. Con ellos visitaremos regiones y conoceremos facetas del cosmos que hasta entonces habrán permanecido ocultas.

La historia de la astronomía es la historia de la ampliación de un concepto: el de ver. Desde las imágenes del cielo obtenidas por visión directa del hombre a la aplicación de telescopios especializados en la percepción de emisiones exóticas, los avances en astronomía han permitido al hombre ver cada vez más, mejor y distinto.

Todo lo que vemos es fruto de nuestra detección e interpretación de las partículas de luz, los fotones, que emiten los objetos. Al desplazarse, estas partículas pueden vibrar de diferente manera. Al igual que los oídos perciben diferentes vibraciones del aire y las interpretan como sonidos más agudos o más graves, nuestros ojos identifican determinadas vibraciones de los fotones como luz de color azul, rojo, amarillo o cualquier otro del arco iris. Sin embargo los colores que los humanos somos capaces de percibir son sólo una pequeña parte de todos los que puede pintar un fotón. La radiación ultravioleta e infrarroja, pero también los rayos X y gamma, y las ondas de radio, son radiación electromagnética, fotones, que escapan por completo a nuestros sentidos. Dicho de otro modo: la paleta del hombre es limitada.

Pero los objetos astronómicos emiten fotones de todos esos colores, y afortunadamente hay telescopios que sí son capaces de detectarlos. Los fotones de la emisión radio, de la luz infrarroja o ultravioleta, de los rayos X y gamma, son invisibles para el ojo humano pero no para los telescopios, que se sirven de ellos para obtener información sobre los objetos astronómicos y suplen así la limitación natural de nuestra visión.

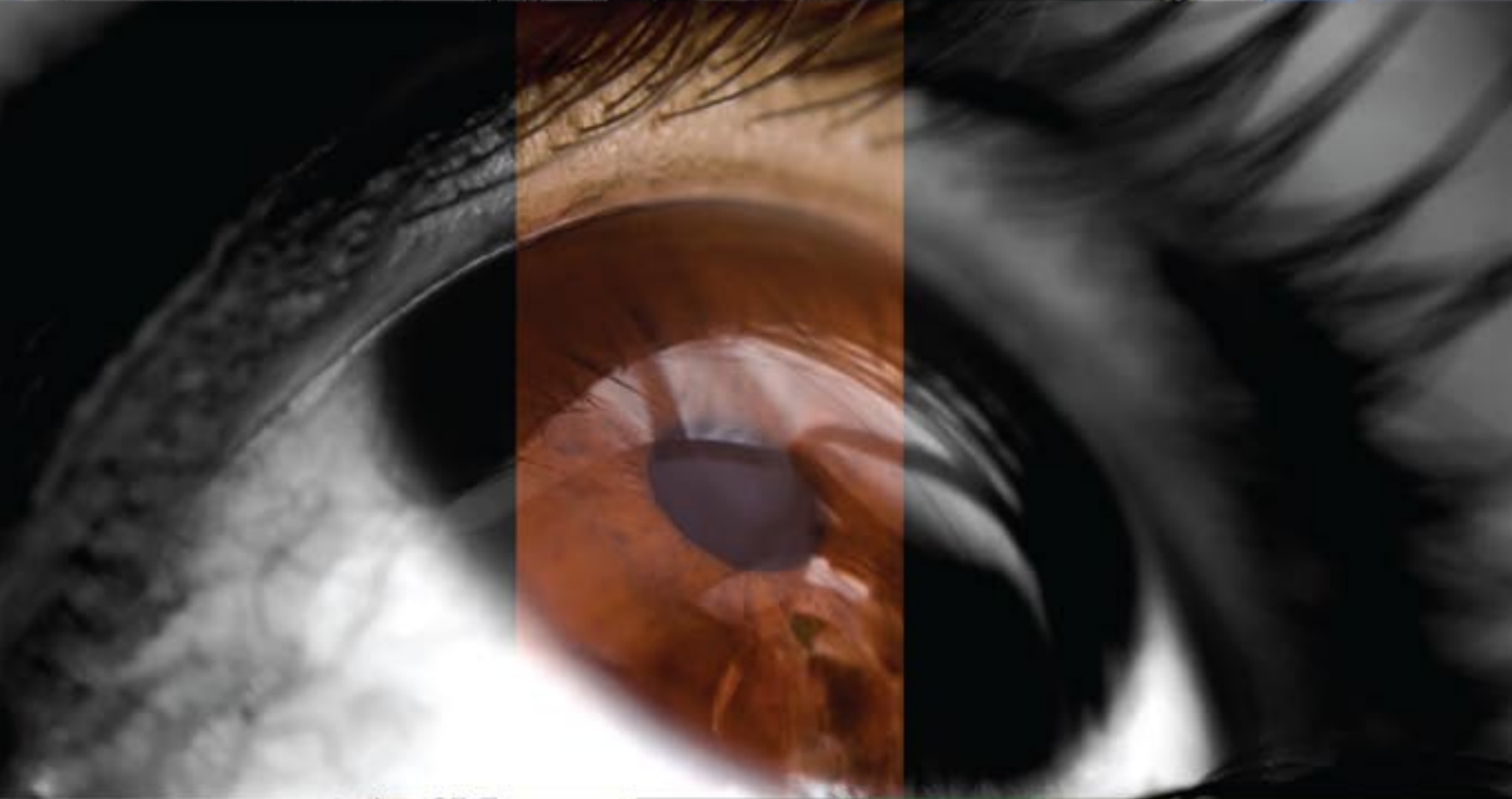
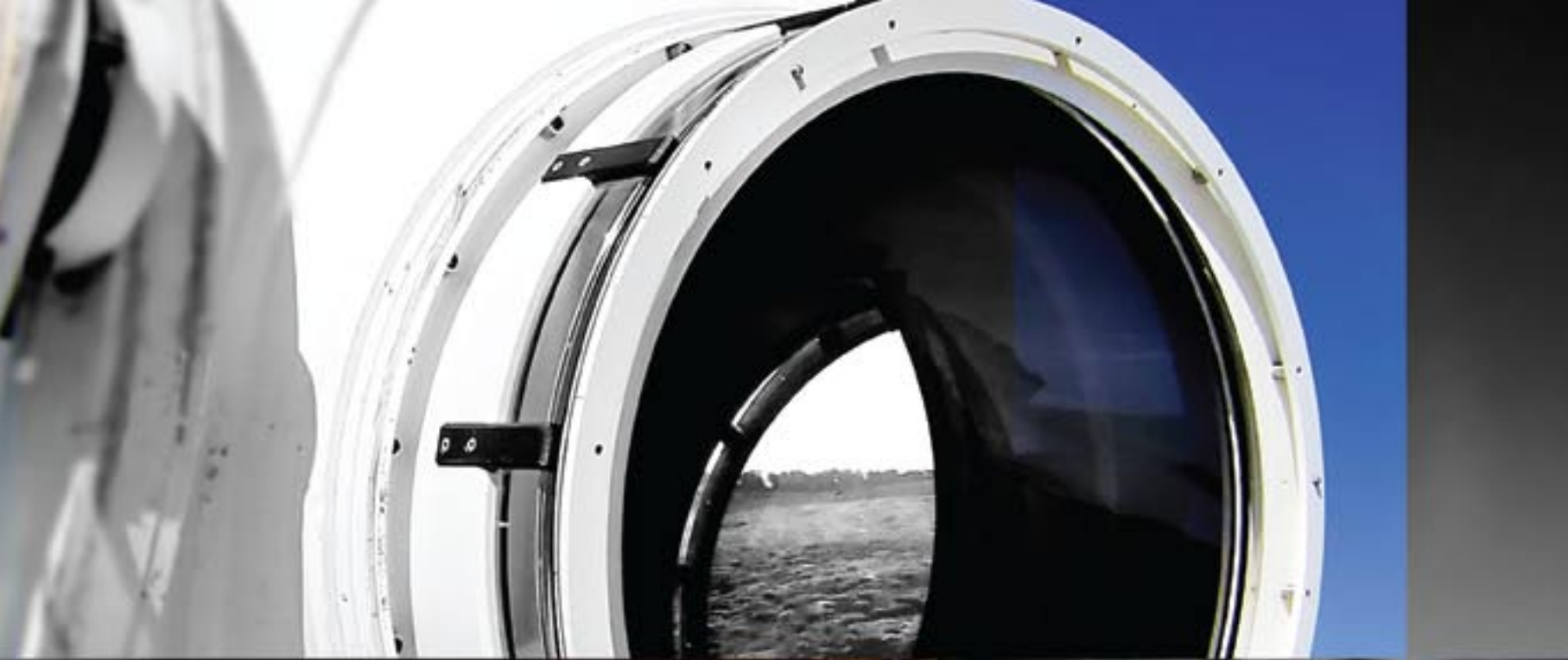
Ahora bien, además de fotones los objetos astronómicos emiten otras clases de partículas, como los neutrinos. Ver estas otras partículas permite agrandar aún más la paleta, y contemplar así un universo todavía más rico del que ahora admiramos. Los futuros telescopios, capten el tipo de emisión que capten, estén en la Tierra, en el espacio o incluso en la Luna, tienen mucho que decir al respecto. ■

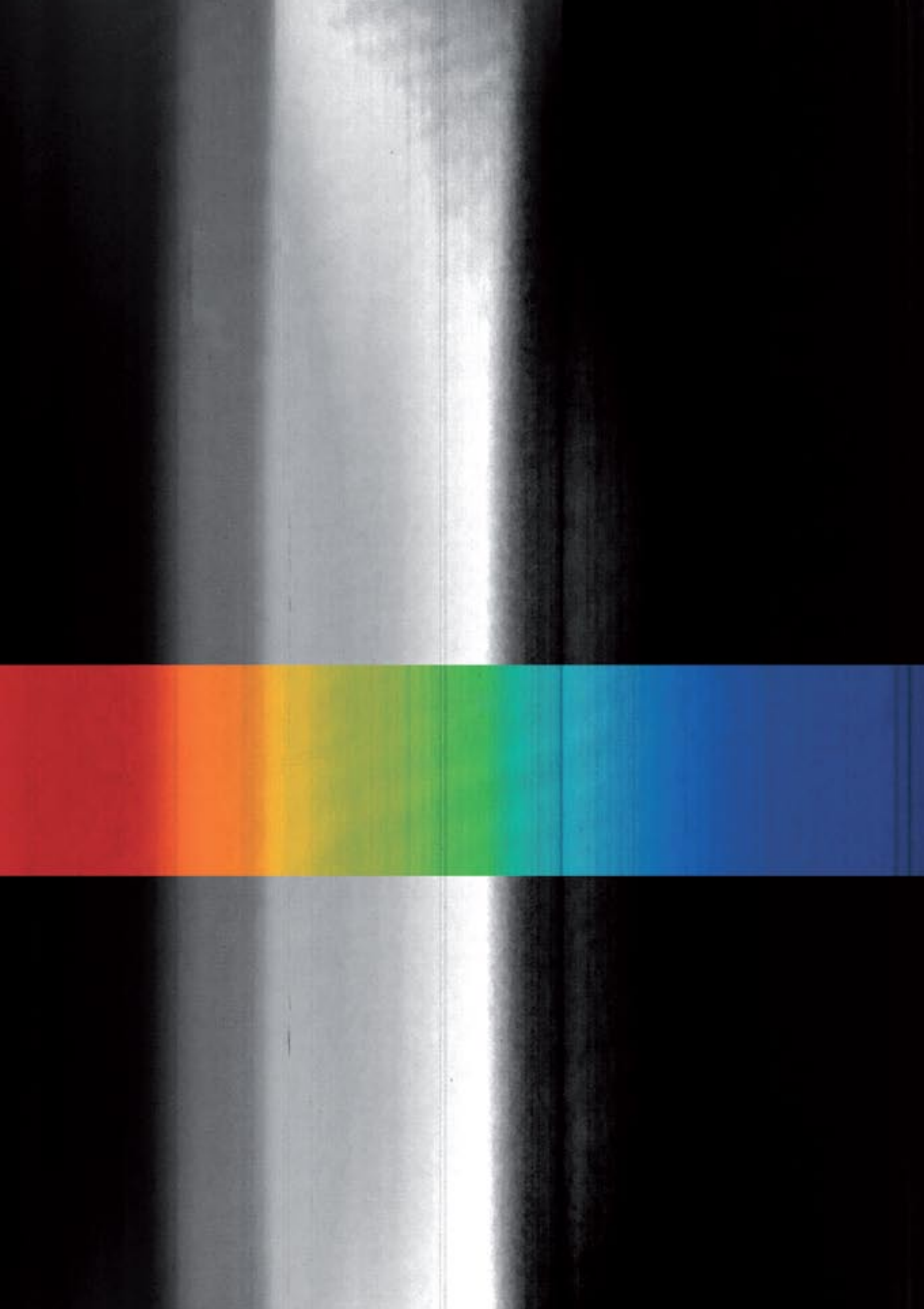
## Hacia el telescopio perfecto

John Mather, un cosmólogo del Goddard Space Flight Center de la NASA, recibió en 2006 el Nobel junto con George Smoot, de la Universidad de California en Berkeley (EEUU), por sus trabajos con el satélite COBE, de la NASA. Mather propuso en 1974 un experimento para obtener el primer retrato de la infancia del universo, una instantánea que mostrara cómo era el cosmos apenas 300.000 años después del origen —el llamado Big Bang—. Ese experimento voló en el COBE, la primera misión de cosmología de la NASA, que logró el objetivo fijado.

¿Cómo tendrán que ser los telescopios del futuro en opinión de John Mather? En lo que se refiere a los telescopios que detectan la misma paleta que ve el ojo humano, los telescopios llamados ópticos, Mather confía en que sean “más precisos y más grandes”. Y es que, en cuestión de telescopios el tamaño sí importa, porque un mayor espejo implica más capacidad para recoger fotones. Pero no sólo eso. Según Mather, los telescopios ópticos terrestres serán también más precisos gracias a la aplicación de una técnica, la óptica adaptativa, que palia las deformaciones en las imágenes producidas por las turbulencias del aire de la atmósfera. El GTC también incorporará esta revolucionaria técnica.

¿Y cómo es el telescopio en que sueña Martin Rees, profesor de cosmología y astrofísica en la Universidad de Cambridge (Reino Unido)? Uno que combine más sensibilidad y una mayor resolución, es decir, imágenes con mucha información de regiones muy pequeñas del cielo. ■







## No sólo para tus ojos

Pero ya está dicho: no sólo de luz visible vive la astronomía. Por eso la petición 'más grandes'; 'más precisos'; y 'con más capacidad de distinguir detalles se aplica también a los futuros telescopios que detectan los fotones que el ojo humano no ve. Por ejemplo a partir de 2016 se pretende que el Thirty Meter Telescope (TMT), con su espejo primario de 30 metros compuesto por más de 700 fragmentos hexagonales (el GTC tiene 36), rastree el cielo desde el ultravioleta al infrarrojo. El TMT se adentrará en las llamadas épocas oscuras del universo, cuando se formaron las primeras fuentes de luz y los primeros elementos pesados; explorará la formación de las primeras galaxias y su relación con el surgimiento de agujeros negros masivos; y aportará nuevos datos sobre el proceso de formación de planetas a partir de la materia dispersa que rodea algunas estrellas.

Europa dará la contrarréplica a EEUU con el E-ELT (European Extremely Large Telescope): un proyecto que plantea un telescopio óptico-infrarrojo de unos 42 metros de diámetro que formarían unas mil piezas hexagonales y estaría en funcionamiento en 2018. El ELT es la versión factible y más rápida de otros proyectos más ambiciosos, como el EURO-50 (50 metros) o el Overwhelming Large Telescope (OWL), un búho de 100. El E-ELT dedicará parte de su actividad a la investigación en la frontera de la física: la estructura del espacio-tiempo, la gravedad fuerte o las variaciones de las constantes fundamentales que explican nuestro universo. Se prevé que su construcción comience en 2010.

El futuro también traerá una nueva hornada de radiotelescopios. La radioastronomía se ocupa de estudiar los objetos astronómicos a partir de sus emisiones en ondas de radio. Mejorar la resolución de los radiotelescopios —que capturan los fotones con antenas en vez de con espejos— es uno de sus retos, además de aumentar la sensibilidad de los instrumentos y de conseguir explorar ondas de radio extremadamente cortas.

Las antenas de los radiotelescopios siempre han sido mucho mayores que los espejos de los telescopios ópticos. No en vano la capacidad de distinguir detalles que consiguen los telescopios ópticos suscita la envidia de los radioastrónomos, acostumbrados a necesitar antenas gigantescas para lograr resoluciones mucho más bajas. Haría falta una antena de kilómetros de diámetro para que los radiotelescopios pudieran competir en resolución con los telescopios ópticos.

Aunque en realidad hay una manera de suplir la imposibilidad de construir antenas así: la interferometría. Se trata de una técnica que permite sincronizar telescopios separados como si fueran los extremos de una única antena que tuviera un diámetro igual a la distancia que los separa. El mayor de los proyectos en esta área es ALMA, nada menos que 64 antenas de 12 metros cada una que el Observatorio Europeo Austral está instalando sobre el desierto de Atacama (Chile). Se espera que ALMA —en el que participa España— esté finalizado en 2010. ■

## Aprovechar la nitidez del espacio

Y para conseguir mayores distancias de las actuales no es mala idea colocar alguno de los radiotelescopios en el espacio. Proyectos como ARISE pondrán en órbita una antena de 25 metros. ¿Cómo se puede lanzar un artefacto tan voluminoso? Pues hinchándolo una vez arriba. En efecto, la antena será inflable, lo que permite lanzarla plegada a bordo de un vehículo espacial.

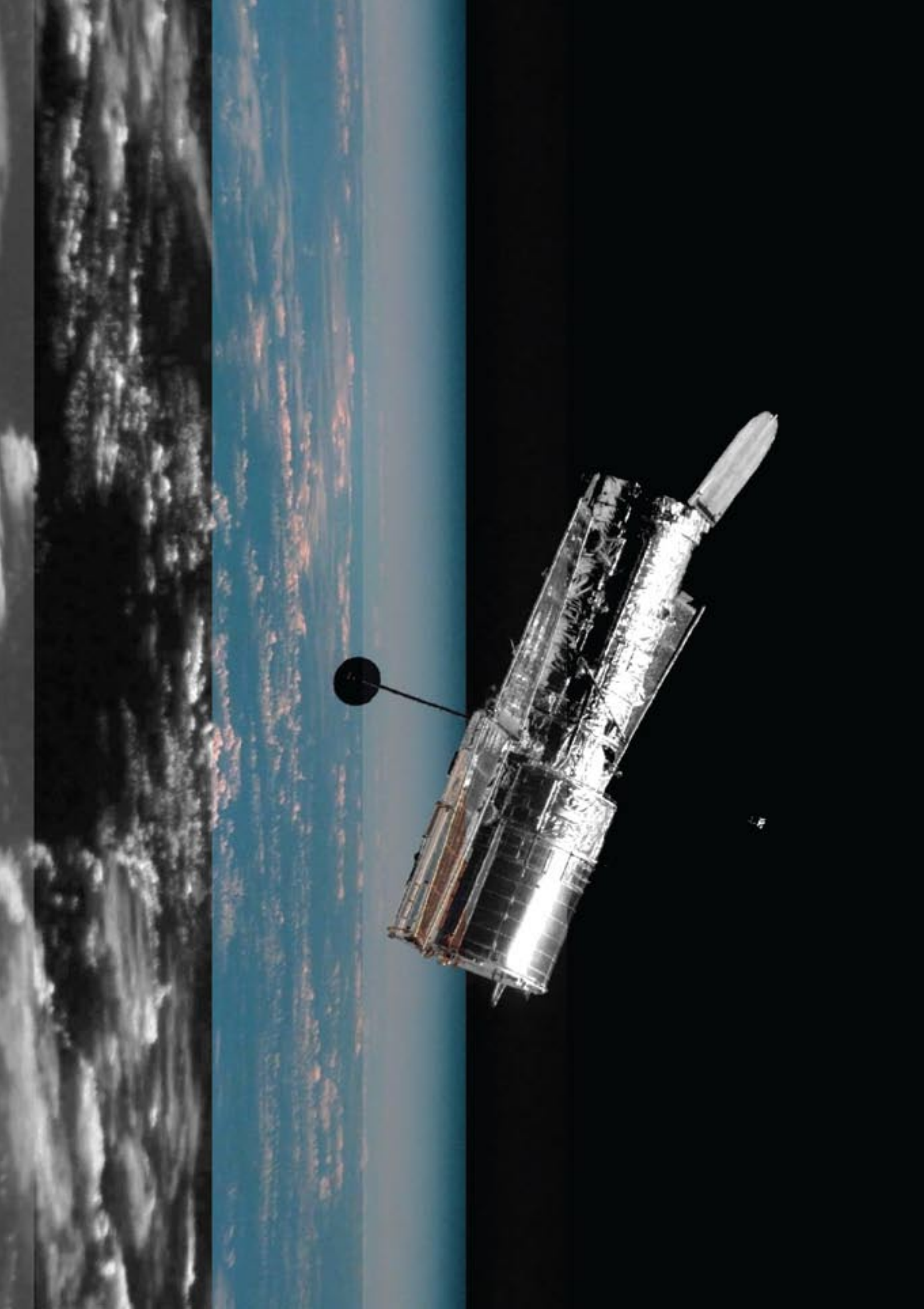
El salto al espacio también es indispensable para recibir toda la radiación infrarroja, ultravioleta y los rayos X y gamma emitida por los objetos astronómicos, porque la atmósfera ejerce de barrera que impide la llegada a la superficie terrestre de la mayor parte de los fotones no visibles para el ojo humano. Si se aspira a una visión total del cosmos hay que eludir la censura atmosférica.

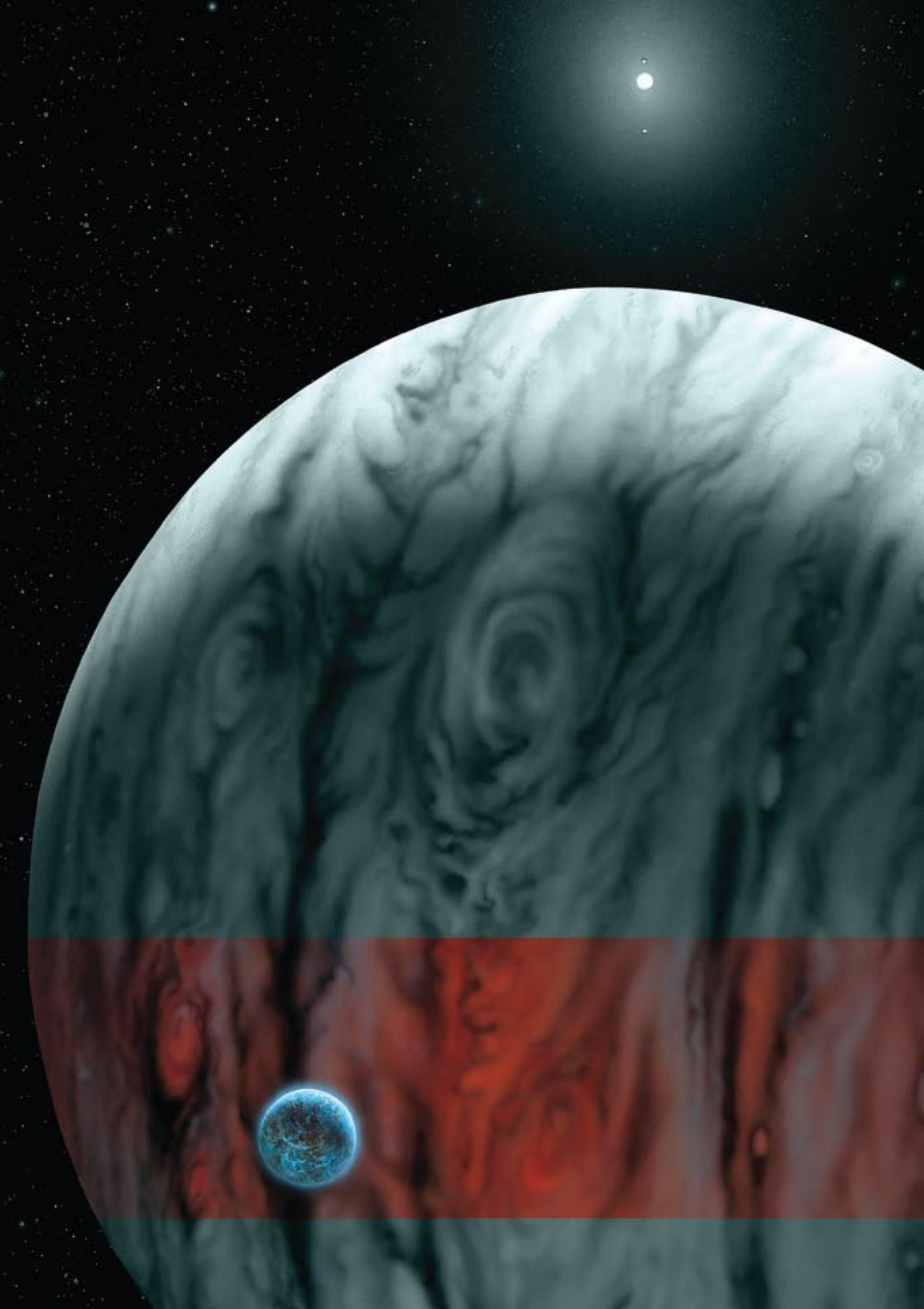
Por eso en 2008 se pondrán en órbita los telescopios Planck y Herschel, ambos de la Agencia Europea del Espacio (ESA). Planck, heredero del pionero COBE de John Mather, ofrecerá nuevas imágenes sobre la infancia del universo con una resolución sin precedentes. Herschel, con su espejo de 3,5 metros, será el mayor jamás desplegado en el espacio. Ambos estarán situados en un mirador celeste donde nada –o casi– entorpece la observación astronómica, orbitando un punto virtual en el espacio a 1,5 millones de kilómetros de distancia de la Tierra.

Más allá en el tiempo, el James Webb Space Telescope (JWST), especialista como Herschel en el infrarrojo, desplegará un espejo primario de 6,5 metros, seis veces mayor que el del telescopio Hubble. Para que quepa en el vehículo espacial su espejo estará segmentado, como los de los telescopios terrestres, aunque a diferencia de los segmentos de los telescopios terrestres y su óptica adaptativa, una vez desplegado en el espacio apenas se reajustarán.

Como vemos, poner en el espacio telescopios del tamaño de los terrestres acarrea muchas dificultades, relacionadas sobre todo con el transporte. Pero por otro lado no se puede renunciar al espacio. ¿Cómo resolver el dilema? Algunos científicos están pensando en que cuando el hombre vuelva a la Luna deje sobre su superficie algo más que una bandera americana. En concreto, sueñan con situar una serie de telescopios robotizados en la cuenca de Grimaldi, un cráter situado cerca del Ecuador lunar. ¿Ventajas? Unas largas noches de observación, sin la interferencia de la atmósfera y, encima, en terreno firme. ¿Desventajas? Entre otras, la Luna nos coge un poco lejos...

Pero el futuro no concierne sólo a los avances técnicos o los ambiciosos proyectos de investigación. La toma de conciencia social sobre la importancia de preservar el medioambiente también tiene aplicación al cielo. Iniciativas como Starlight, promovida por el Instituto de Astrofísica de Canarias y UNESCO entre otras instituciones, aspira a que la calidad del cielo nocturno sea reconocida como derecho científico, cultural y medioambiental de la humanidad. El cielo de Canarias, el del GTC, es pionero en esta protección. Y qué mejor futuro que el que permita seguir disfrutando, con sólo levantar la vista, de una noche estrellada. ■





## ¿Qué verán los próximos telescopios?

Para John Mather, Nobel de Física 2006, entre los desafíos más significativos que tendrá que afrontar la astronomía en los próximos años está la formación de las primeras estrellas y galaxias: "Hay que saber más de cómo se aglutinaron las galaxias, presumiblemente a partir de unidades pequeñas". Tampoco sabemos con certeza cómo se formaron las estrellas y planetas, ni cómo pudieron evolucionar los sistemas planetarios como el nuestro para que pasaran de unas hostiles condiciones primitivas a albergar la vida. Ni cómo en el centro de las galaxias, cúmulos de luz en medio de la inmensa oscuridad del universo, se forman gigantes agujeros negros. Y, ya que hablamos de oscuridad, tendremos que saber más sobre la naturaleza de la materia y la energía oscuras, que representan el 96 por ciento de todo lo que existe.

Martin Rees, en la Universidad de Cambridge (Reino Unido), añade un campo en auge: la detección de planetas orbitando alrededor de otros soles. En 1991, Alexander Wolszczan y Dail Frail detectaron una perturbación en el período de rotación, rapidísimo y muy estable, de un púlsar, y lo atribuyeron a la influencia de la gravedad de dos planetas. Pero fue en 1995 cuando se abrió la caza masiva de planetas extrasolares, con el descubrimiento de 51 Pegasi b por Michel Mayor y Didier Queloz, del Observatorio de Ginebra. Aquel planeta, con una masa comparable a la de Júpiter, era el primero que se detectaba girando en torno a una estrella similar al Sol.

Hoy, el número de planetas extrasolares confirmados supera los trescientos. Son mucho mayores que la Tierra y en su inmensa mayoría de naturaleza gaseosa, lo que los hace en principio inviables para la vida. La capacidad de observación de los telescopios todavía no ha sido suficiente para detectar un planeta similar en tamaño y en composición geológica a la Tierra. He aquí uno de los retos de los próximos años. ■

## Mucho más que luz

Hasta ahora la astronomía ha consistido básicamente en cazar partículas de luz, fotones. Pero eso cambiará en el futuro. Además de luz los objetos astronómicos emiten otro tipo de partículas. Por ejemplo los neutrinos, partículas sin carga eléctrica con una masa muy pequeña que pueden proporcionar información sobre la materia oscura y las condiciones en los turbulentos primeros segundos y minutos tras el Big Bang.

Los neutrinos atraviesan la materia sin apenas inmutarse. Incluso la fuerza de gravedad o el electromagnetismo les resultan indiferentes. Por esa inalterabilidad son una fuente rica de información sobre el universo, tanto a gran escala como en la vecindad de la Tierra. El Sol, por ejemplo, es un emisor intenso de neutrinos, resultado de los procesos de fusión de su núcleo. Están apareciendo varios proyectos de cazadores de neutrinos, como el Ice Cube (cubito de hielo) que se construye actualmente en el interior de la Antártida.

Otra emisión que suscita el interés de los científicos son las ondas gravitatorias, una especie de rizo inalterable que se desplaza por la tela del espacio-tiempo como resultado de acontecimientos violentos, como el choque de dos agujeros negros o incluso el mismísimo Big Bang. Einstein predijo su existencia en 1916 y, aunque no se han conseguido detectar, a principio de los años noventa se midieron sus efectos en púlsares. La misión LISA (Laser Interferometer Space Antenna), pondrá en el espacio en 2013 tres naves equidistantes para medir esos rizados del espacio-tiempo. ■

*Por José Manuel Abad Liñán*







*“Aventuras como ésta son las que hacen avanzar a los pueblos y los unen en la hermandad efectiva que la ciencia, por fortuna, es capaz de procurarles”.* Felipe de Borbón, Príncipe de Asturias (2000)

*“El GTC es un proyecto que verdaderamente representa un desafío, tanto desde el punto de vista tecnológico como científico y de instrumentación”.* José Cernicharo, Profesor e Investigador del CSIC en el Instituto de Estructura de la Materia (2001)

*“El GTC abrirá unas puertas extraordinarias a la investigación astrofísica para toda la comunidad española y nos va a poner a la altura de los demás grupos europeos y americanos de carácter mundial”.* Luis Colina, Profesor e Investigador del CSIC en el Instituto de Astrofísica de Cantabria (2001)

*“El GTC es un apasionante proyecto. Cuando esté terminado será el mayor telescopio del mundo. Podrá ver los bordes lejanos del Universo, las estrellas cercanas más débiles, las regiones donde se están formando planetas. Nuevas formas de Astronomía maravillosas pueden ser estudiadas con este instrumento. Además, este telescopio será instalado en la isla canaria de La Palma, uno de los mejores emplazamientos astronómicos del mundo entero. Esta combinación del mayor telescopio del mundo con un lugar espléndido hará incomparable su capacidad para hacer Astronomía”.* Jerry Nelson, Profesor e Investigador de la Universidad de California, Santa Cruz, EE.UU. (1999)

*“Si queremos realmente comprender nuestro sistema solar, una de las cosas que tenemos que empezar a preguntarnos es cómo se forman los sistemas planetarios en general. El GTC puede aportar algunas de las respuestas a estos mecanismos”.* Carlos Eiroa, Profesor e Investigador de la Universidad Autónoma de Madrid (2002)

*“La ventaja del GTC para la astrofísica española es que vamos a poder disponer de mucho tiempo para la observación”.* Agustín Sánchez Lavega, Profesor e Investigador del Grupo de Ciencias Planetarias de la Universidad del País Vasco (2002)

*“La posibilidad que te ofrece el GTC que no existía hasta ahora es estudiar muchísimos objetos dentro del mismo campo de visión”.* Alberto Fernández Soto, Observatorio Astronómico de Brera-Milano, Italia. (2002)

*“La ventaja de utilizar telescopios como el GTC es que se pueden estudiar objetos más lejanos. Todo esto, con los telescopios de hace cinco o diez años no se podría hacer”.* Francisco Javier Castander, Profesor e Investigador en la Universidad de Yale (2002)

*“Por suerte, la instrumentación que se está desarrollando para el GTC, será de punta y llegará a un telescopio que será el mayor del mundo en un momento en el cual no existirá instrumentación parecida o con capacidades similares en otros telescopios. Eso hará que, para la búsqueda y el estudio de galaxias con muy alto desplazamiento al rojo, cuyas principales características deben estudiarse en el infrarrojo próximo, EMIR y GTC serán la combinación ganadora durante una serie de años”.* Roser Pelló, Investigadora del Laboratorio de Astrofísica del Observatorio Midi-Pyrénées, Francia. (2002)

*“Los grandes diámetros son muy importantes en Astronomía. La historia de la ciencia nos muestra que, cada vez que mejoramos un orden de magnitud, (...) se descubren nuevas cosas que, simplemente, no estaban al alcance de nuestros instrumentos anteriores”.* Daniel Altschuler, Director del Observatorio de Arecibo, Puerto Rico. (2002)

*“La combinación de capacidades es completamente única y estará en el mayor telescopio del mundo, lo que dará a CanariCam un gran poder”.* Charles Telesco, Investigador Principal del instrumento de Primera Luz Canari-Cam, de la Universidad de Florida, Estados Unidos (2003).

*“Se trata de un telescopio de una extrema complejidad, totalmente novedoso y que no tiene soluciones diseñadas a priori, de modo que hay que ir encontrándolas poco a poco. Siempre en estos proyectos de gran ciencia se está en la lucha por encontrar las soluciones a los problemas tal y como se van presentando”.* Mariano Moles, Investigador del Instituto de Astrofísica de Andalucía (2003).

*“Es la vez que mejor he visto el cielo en toda mi vida”.* Pedro Duque, Astronauta.



Don Quijote y Sancho llegaron, finalmente, a la sala de control, donde los astrónomos recibían la información enviada por los instrumentos.

- Un telescopio es como una máquina del tiempo: con él se pueden ver cosas que pasaron hace mucho tiempo. Esto es una nebulosa: la estamos estudiando para conocer su evolución... Están compuestas de gases y polvo, y en ellas se forman estrellas y sistemas planetarios semejantes al nuestro...

A Sancho, que ya tenía hambre porque no había cenado, se le antojó que la nebulosa parecía una inmensa bandeja de brillantes viandas... A Don Quijote le maravilló tanto el contemplarla que pidió, si aún no se le había puesto nombre, que la llamasen Dulcinea.

- "Nebulosa Dulcinea"... La sin par del Toboso puede estar contenta. De esta aventura he logrado, no sólo vencer por fin a los gigantes, sino que he podido también contemplar una belleza igual a la de mi amada reflejada en el Cielo. ¡Volvamos, Sancho, a nuestra historia! Que no se diga que no nos enfrentamos a mil aventuras con valentía. Hoy hemos cambiado un poco el discurrir de Cervantes, pues hemos burlado unos cuantos golpes y hallado un nuevo gigante cuyos vientos nos han sido favorables. Otros libros nos han acogido hoy Sancho. Pero hemos de regresar.

Salieron al exterior. La noche cerrada no impidió que encontraran sus cabalgaduras. Pero, antes

de marcharse, decidieron sentarse de nuevo a los pies de aquel gigante para contemplar la hermosa noche de la Isla de La Palma.

Sancho preguntó, no sin antes pensar en las palabras de la astrónoma sobre la "máquina del tiempo":

- ¿Por qué habremos hecho este viaje, señor?

A lo que Don Quijote respondió:

- Por que quiénes sino nosotros, dueños tan sólo de la ilusión por alcanzar lo imposible, podíamos acompañar a los lectores en este descabellado empeño donde lo imaginado se hace realidad...

Sancho cerró los ojos, de nuevo adormecido, viendo en sus retinas la magnífica nebulosa que acababa de contemplar y recordando la frase que le dijera Don Quijote:

"Porque el hombre, Sancho, nunca deja de soñar".

## AGRADECIMIENTOS

Un libro es siempre un lugar de encuentro, no sólo con el lector, sino también con un amplio número de personas que colaboran de forma directa e indirecta en su elaboración. Cualquier obra es una hazaña colectiva, un paisaje habitado por distintos lenguajes e identidades que enriquecen y completan el trabajo contenido en un libro abierto. En la gran biblioteca de Babel de Borges bastaba que un libro fuera posible para que existiera; en iniciativas como ésta es necesaria, ante todo, la existencia del trabajo y las ideas de multitud de individuos e instituciones para que un proyecto sea posible. Por ello, la realización de un libro siempre tiene un efecto secundario, los agradecimientos, es decir, la necesidad de mostrar gratitud y corresponder al tiempo y el trabajo empleado por todos aquellos que con sus ideas, sus recuerdos, sus críticas, sus contactos... y, sobre todo, su ánimo y confianza, han hecho que un libro como este haya podido ver la luz.

La variada y exhaustiva información vertida en las páginas de esta obra es un fiel reflejo de la generosidad intelectual de las personas que compartieron con nosotros su tiempo y sus conocimientos. Agradecemos muy especialmente el apoyo que nos han brindado. Sin su talento y su compromiso con la calidad, además de su enorme imaginación y espíritu constructivo, esta iniciativa no habría sido posible. Igualmente valiosos han sido la documentación y las aportaciones gráficas que amablemente nos han cedido numerosas fuentes. Con todas ellas contraemos una clara deuda de compromiso y de rigor a fin de conservar y mejorar nuestra colaboración en futuros proyectos.

Deseamos expresar, asimismo, nuestro agradecimiento por la ayuda y facilidades dadas a los redactores por quienes han sido entrevistados o han ofrecido su asesoramiento y experiencia. También, nuestro más profundo agradecimiento a los que ayudaron a esclarecer cuestiones de detalle o de enfoque, por su experta colaboración y su paciencia cuando la fecha límite para la publicación del libro parecía entrar en conflicto con la inminente primera luz del telescopio. Y, en general, manifestamos una deuda especial de gratitud por las aportaciones de todos aquellos que se han sentido comprometidos con una iniciativa como esta que, además de celebrar los logros presentes y del pasado, contempla con expectación los nuevos éxitos del futuro.

## PUBLICACIÓN

*Instituto de Astrofísica de Canarias (Gabinete de dirección)*  
Luis A. Martínez Sáez

## EQUIPO EDITORIAL

### Redacción

Natalia R. Zelman  
Iván Jiménez Montalvo  
Silbia López de Lacalle  
José Manuel Abad Liñán  
Luis A. Martínez Sáez  
Mónica González Salomone (Coordinadora de la redacción)

### Diseño de portada

Gotzon Cañada

### Diseño, maquetación e ilustración

Inés Bonet Márquez

## CRÉDITOS DE LAS IMÁGENES

### CAP. PROTAGONISTAS

Fotografía de Mercedes Cabrera, Ministra de Educación y Ciencia. *Ministerio de Educación y Ciencia.*

Fotografía de Adán Martín, Presidente del Gobierno de Canarias. *Gobierno de Canarias.*

Fotografía de Francisco Sánchez, Director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). *Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)*

Fotografía de Pedro Álvarez, Director de GRANTECAN. *Miguel Briganti (IAC)*

### CAP. RETROSPECTIVA

Fotografía estereoscópica de Piazzi Smyth. Del libro *"Tenerife: an astronomer's experiment" 1958.*

Fotografía de Jessie Duncan Smyth. Del libro *"Tenerife: an astronomer's experiment" 1958.*

Fotografía de Jean Mascart. Del libro *"Impressions et observations dans un voyage à Tenerife", 1910.*

Fotografía de Francisco Sánchez. *Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). 1961*

Fotografía del telescopio Isaac Newton. Del libro *"Observatorios Astrofísicos de Canarias", 1985.*

### CAP. DESAFÍO

Ilustraciones antiguas. *Cortesía de J.A.Belmonte (IAC).*

Esquema de trazado de rayos en diversos sistemas ópticos. J.A. Bonet (IAC), Inés Bonet Márquez.

Fotografía del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) y del Telescopio Nórdico Óptico (NOT). *Pablo Bonet Márquez.*

Fotografía de manos. *Pablo Bonet Márquez.*

Fotografía de S.A.R el Príncipe de Asturias colocando la "primera piedra". *Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).*

Montaje fotográfico del Telescopio Isaac Newton y la Vía Láctea. *Nik Szymanek.*

### CAP. COLABORACIÓN INTERNACIONAL

Ilustraciones. *Inés Bonet Márquez.*

### CAP. INNOVACIÓN

Fotografías del Gran Telescopio CANARIAS. *Pablo Bonet Márquez, Ángel L. Aldai (Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias.) e IAC/GRANTECAN.*

Dibujos lineales del telescopio. *José Luis Barreto (GTC).*

Diseños en 3D de los instrumentos. *IAC/GRANTECAN.*

Esquema de un telescopio equipado con Óptica Adaptativa. *J.A. Bonet (IAC).*

### CAP. DESCUBRIMIENTO

El Sol y sus planetas. *S.Vargas Domínguez y J.A.Bonet (IAC), NASA/JPL/Space Science Institute, NASA/JPL, NASA/JPL/ASU.*

Representación artística de un planeta extrasolar. *NASA, ESA y G. Bacon.*

Complejo de nebulosas Rho Ophiucus y la estrella Antares. *Ignacio de la Cueva Torregrosa.*

Estrellas recién nacidas en una galaxia cercana. *NASA, ESA and the Hubble Heritage Team (STS cl/AURA) - ESA/Hubble Collaboration.*

Nebulosa del Cangrejo. *NASA, ESA, J. Hester and A. Loll (Arizona State University).*

Enanas blancas en la Vía Láctea. *NASA and H. Richer (University of British Columbia).*

Galaxia espiral NGC 1097. *European Southern Observatory (ESO).*

Imagen de campo ultra profundo. *Hubble Space Telescope, NASA, ESA, Beckwith (STScI) and the HUDF Team.*

### CAP. FUTURO

Fotografías artísticas de ojos humanos. *Pablo Bonet Márquez.*

Telescopio Solar Sueco (SST). *Pablo Bonet Márquez.*

Telescopio Isaac Newton Telescope (INT). *Pablo Bonet Márquez.*

Espectro electromagnético solar en el rango visible. *H. Wöhl (KIS).*

Telescopio Espacial Hubble. *NASA.*

Representación artística de un planeta extrasolar. *ESA/Lynette Cook.*

Telescopio Magic. *Pablo Bonet Márquez.*

## IMPRIME

*Producciones Gráficas S.L.*



La edición de este libro ha sido posible gracias a la subvención del Programa Nacional de Fomento de la Cultura Científica y Tecnológica.



