



# CIENCIA CON EL GTC





# CIENCIA CON EL GTC

El uso del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) de forma abierta por parte de la comunidad astronómica comenzó el pasado marzo de 2009. Los proyectos candidatos a producir la primera ciencia con el telescopio cubren las incógnitas más candentes de la Astrofísica actual.

Por vez primera, el GTC permitirá estudiar con gran resolución objetos que antes sólo se podían observar en nuestra galaxia, la Vía Láctea. Gracias al telescopio óptico-infrarrojo más grande del mundo, será además posible determinar la población estelar real en otras galaxias. El GTC es también un potente aliado de los telescopios en órbita, y con él se pueden completar las observaciones de los satélites y actuar como un instrumento de seguimiento en tierra de los objetos que vayan desvelando sus homólogos espaciales.

## DE LEJOS Y DE CERCA

Entre las primeras observaciones del Gran Telescopio CANARIAS hay para casi todos los gustos. Las propuestas cubren rangos que van desde la búsqueda de planetas más allá del Sistema Solar hasta la exploración de galaxias primigenias.

Las dimensiones del GTC permiten "ver" muy lejos en el espacio y en el tiempo, de modo que uno de los objetivos más claros asignados al telescopio es el de analizar la estructura del Cosmos a gran escala y, en particular, la del Universo más violento. A este ambicioso propósito se suman las investigaciones sobre supernovas, el origen y distribución de la materia oscura, el comportamiento de distantes agujeros negros o el estudio de una cinemática detallada de las galaxias.

Sin embargo, hay otros tipos de proyectos en curso que llaman la atención por centrarse en áreas más cercanas a nuestro entorno galáctico. Uno de ellos es el estudio del Universo Local, donde el GTC va a tener una gran capacidad para separar objetos brillantes en galaxias relativamente próximas. El Universo Local proporciona un enlace fundamental entre la Vía Láctea y el Universo temprano, facilitando una panorámica de nuestra propia galaxia. También hay solicitudes más específicas para observar regiones de gas y plasma en nebulosas planetarias de galaxias cercanas que permitirán estudiar la química del Cosmos, así como la detección de de exoplanetas a través de la observación de tránsitos. El carbono consumido por los cometas, las estrellas binarias supergigantes de rayos X o el cálculo de la edad de las estrellas enanas solitarias son otros de los proyectos que abordará el GTC.

Las propuestas recibidas para observar con el Gran Telescopio CANARIAS destacan por su alta exigencia a las prestaciones del telescopio y por requerir noches con condiciones óptimas. La ciencia a la que aspiran llevará al GTC al límite.

Por un lado, las propuestas para estudiar el Universo a gran escala demandan muchas horas de observación, cielos muy oscuros y una atmósfera serena. La "caza" de planetas más allá del Sistema Solar, por otra parte, necesita imágenes muy precisas y se apoya para ello en la gran capacidad colectora de luz del GTC. Para estos proyectos en la frontera de lo hasta ahora conocido, la precisión resulta fundamental.

Con el GTC iniciando sus observaciones, resulta difícil saber qué propuestas darán los primeros resultados científicos excepcionales. Y hay que tener en cuenta que siempre, además de los objetivos perseguidos, surgirán resultados totalmente inesperados.

### Enanas marrones cada vez más "frías"

Uno de los programas es el de Víctor Béjar, investigador del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). "Con el GTC esperamos obtener pistas de cómo nacen las enanas marrones y, en general, sobre cuáles son los procesos de formación de las estrellas". Las enanas marrones son objetos que no tienen la masa suficiente para iniciar los procesos de fusión nuclear en su interior, y son consideradas el eslabón entre los objetos de masa planetaria y las estrellas propiamente dichas.

Este proyecto dirigió el telescopio hacia una región muy joven de la constelación de Escorpio, situada a unos 470 años luz de distancia de la Tierra, a la búsqueda de enanas tipo T cuyo espectro contuviera rasgos de metano. "Estos objetos son muy fríos y muy débiles en el rango óptico, y por ello necesitábamos un telescopio de gran tamaño como el GTC", explica Béjar. A la espera de analizar los datos obtenidos, la intención de los investigadores es ampliar los estudios existentes en esta región hacia objetos aislados con temperaturas que no superen los 1.225 grados centígrados y cuya masa sea inferior a diez masas de Júpiter. De detectar metano en los objetos observados, serían las enanas marrones más frías jamás observadas.

### Súper Tierras

El estudio de planetas extrasolares a través de la observación de tránsitos ha sido también muy demandado por los científicos. Astrónomos de la Universidad de Florida (EE.UU.), liderados por el investigador Eric Ford, han empezado a analizar los primeros datos de HAT-P-3, una estrella joven de la Osa Mayor rica en metales. Esta estrella es la 'anfitriona' de un planeta del tamaño de Júpiter que pasa por delante de ella cada tres días. "Queríamos aplicar las capacidades únicas del GTC y de su instrumento OSIRIS para hacer observaciones de muy alta precisión", indica Ford.

Estas observaciones son un primer paso para la detección de planetas rocosos y serán utilizadas para perfeccionar futuros estudios de "súper Tierras" con superficies semejantes a las de nuestro planeta. Durante la última década, los astrónomos han descubierto alrededor de 60 planetas estudiando la luz que bloquean, vistos desde la Tierra, al pasar delante de su estrella anfitriona. Este método permite descifrar algunas propiedades físicas del planeta, como su tamaño, densidad, estructura, la composición de su atmósfera o incluso su clima.

### En busca de un estallido

Un equipo del Instituto de Astrofísica de Andalucía intenta encontrar el origen de un estallido de rayos gamma que, durante apenas minuto y medio, eclipsó todos los objetos del Universo visibles en esa longitud de onda. El intensísimo fogonazo se produjo el pasado 4 de abril y ahora, gracias al Gran Telescopio CANARIAS, los astrofísicos pretenden localizar la lejana galaxia en la que tuvo lugar. "Ahora que sabemos dónde mirar en un punto del cielo bien localizado, el GTC nos permite obtener imágenes muy profundas para atisbar esa galaxia, cuya lejanía hace casi imposible su observación", destaca el investigador principal del proyecto, Alberto Javier Castro-Tirado.

Los estallidos de rayos gamma son los fenómenos más luminosos y energéticos que se conocen. La explosión, detectada entonces por el telescopio espacial Swift, duró alrededor de 80 segundos y no se pudo captar desde tierra ningún vestigio óptico o infrarrojo del violento fenómeno, tan sólo se detectó su rastro en ondas de radio. Objeto de especulación desde hace más de tres décadas, los estallidos de rayos gamma son potentes destellos que aparecen en el cielo sin seguir un patrón concreto y con cuya comprensión se espera contribuir al desarrollo de los modelos cosmológicos actuales.

## Energía Oscura

Otra de las observaciones llevadas a cabo en el GTC está pensada para determinar con garantías la ecuación de estado de la Energía Oscura que, según los modelos más aceptados, es la responsable de la aceleración en la expansión del Universo. Esta ecuación relaciona la presión con la densidad en el vacío cuántico, de modo que cuanto mayor es la densidad de energía, más negativa es la presión. Una presión negativa es como una explosión, algo contrario a la contracción por gravedad.

Lo que aún se desconoce es si esta ecuación de estado varía en el tiempo o no, y esto es lo que trata de determinar un grupo de investigadores liderados por Pilar Ruiz Lapuente, de la Universidad de Barcelona. Un resultado en uno u otro sentido resulta de vital importancia para caracterizar -y por tanto empezar a conocer- la Energía Oscura, uno de los grandes retos de la cosmología moderna.

## Galaxias activas con agujero negro

Otro de los proyectos científicos de este primer ciclo de observaciones ha sido el estudio de poblaciones estelares en galaxias huéspedes de los llamados objetos *BL Lacertae*. El equipo de trabajo está integrado por investigadores del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de México y del Observatorio Astronómico de Padova, en Italia. Los *BL Lacertae* son un tipo de galaxias activas en cuyo centro tienen lugar una serie de procesos físicos asociados a un disco de material que "alimenta" a un agujero negro central de gran masa. Este tipo de galaxias expulsa chorros de material en diferentes direcciones a velocidades cercanas a la de la luz. Dichos chorros se encuentran alineados respecto a nuestro punto de observación y por ello resulta muy difícil captar la luz de la galaxia huésped, aproximadamente cien veces menos luminosa: sería como querer detectar una linterna que, apuntando hacia nosotros, estuviera colocada enfrente de un coche con las luces encendidas.

Si bien estas galaxias han sido objeto de numerosos estudios en los últimos 30 años, la mayoría de las investigaciones se concentran en la variabilidad de su luz. En este sentido, las capacidades del instrumento OSIRIS instalado en el telescopio han permitido obtener imágenes espectroscópicas de calidad sin precedentes que darán la oportunidad de hacer un estudio detallado de sus poblaciones estelares.

## Vestigios inquietantes de la Gran Explosión

Otro interesante programa que se lleva a cabo con el GTC tiene como objetivo profundizar en el conocimiento de la distribución de galaxias en una región donde se ha descubierto previamente una notable disminución en la intensidad del Fondo Cósmico de Microondas con el interferómetro *Very Small Array (VSA)*. Esta radiación de microondas, detectada por un equipo de investigadores del IAC liderado por Rafael Rebolo, tiene su origen en los primeros instantes del Universo y es muy uniforme. Dicha radiación procedente del *Big Bang* ha participado de la expansión del Universo y, en consecuencia, se ha enfriado hasta una temperatura de unos 270 grados centígrados bajo cero. Estas fluctuaciones son las que han dado lugar a estructuras tales como galaxias o cúmulos de galaxias. En este caso, se trataría de una "superfluc-

tuación" que se saldría de lo esperado de acuerdo con la teoría comúnmente aceptada.

Las observaciones de muy alta sensibilidad que se están realizando con el GTC tratan de comprobar si hay algún otro factor que pudiera producir la disminución de la intensidad observada como, por ejemplo, la presencia de un cúmulo de galaxias con gran concentración de plasma caliente o incluso un supercúmulo de galaxias a una gran distancia de nosotros. Estas grandes concentraciones de materia podrían hacer que los fotones procedentes del fondo de microondas reaccionaran con electrones de los cúmulos y supercúmulos galácticos, produciendo el descenso en intensidad detectado por el VSA. efecto de que esa zona pareciera más fría que el resto del fondo de microondas. Si estas opciones fuesen descartadas con los datos del GTC, quedaría abierta la posibilidad si cabe aún más interesante de que nos encontremos ante una desviación de la uniformidad del Fondo Cósmico de Microondas originada en los primeros instantes del Universo. Ello supondría un desafío a las predicciones del modelo estándar del *Big Bang*, que considera improbables variaciones en la intensidad con una amplitud semejante a la detectada, y podría dar pistas sobre fenómenos cuánticos poco explorados a muy altas energías.



OSIRIS (*Optical System for Imaging and low-Intermediate-Resolution Integrated Spectroscopy*) es el primer instrumento que acoge el GTC. Esta novedosa herramienta proporcionará nuevos datos sobre las atmósferas de los planetas del Sistema Solar, los agujeros negros o la formación galáctica. Su investigador principal, Jordi Cepa, confía en poder ver con OSIRIS la infancia del Universo.

Lo que hace realmente único a OSIRIS son sus filtros sintonizables. No hay actualmente ningún instrumento que incorpore filtros de este tipo en telescopios de la clase 8-10 metros. Jordi Cepa se muestra "convencido de que España es capaz de hacer instrumentación de calidad, sin nada que envidiar a ningún otro país del mundo", además de indicar que con OSIRIS "se pretende proporcionar un instrumento de uso común para la mayor cantidad posible de gente y, al mismo tiempo, ofrecer novedades particulares como los filtros sintonizables".

Los filtros sintonizables sirven para observar objetos en líneas de emisión que nos dan información, entre otras cosas, sobre la química de los cuerpos celestes. Como cada elemento químico emite en distintas longitudes de onda según su composición y situación en el Universo, aislar sus líneas por separado supondría fabricar un filtro para cada una de ellas. En el caso de OSIRIS, los filtros sintonizables son la solución para poder observar una gran variedad de objetos celestes. Como su nombre indica, permiten variar a voluntad (sintonizar) tanto la longitud de onda como el ancho de banda o rango espectral que dejan pasar.

Para referirse a la distancia de las galaxias respecto a nuestro planeta, los astrofísicos hablan de desplazamiento al rojo en las líneas espectrales. Cuanto mayor sea ese desplazamiento, más tiempo ha tardado la luz en llegar y, por lo tanto, más lejos se encuentra la galaxia. OSIRIS buscará cuerpos con un alto desplazamiento al rojo para detectar el origen de las galaxias que vemos hoy en día y poder estudiar su evolución. Gracias a la imagen óptica profunda que es capaz de generar, OSIRIS tratará de hacer un cartografiado del cielo traspasando los horizontes de lo conocido hasta el momento. Apuntando al Universo Local, también será posible estudiar dichas líneas de emisión en galaxias más próximas. La ventaja inmediata de este instrumento es que podrá observar líneas mucho más débiles de elementos químicos raros o en estados de ionización con líneas menos intensas, por ejemplo. Gracias a esta nueva visión, se podrán despejar incógnitas sobre el contenido en metales de las galaxias.





## LA LUCHA POR EL TIEMPO Y EL RETO DE OPTIMIZAR EL GTC

En la pugna por las primeras 472 horas de observación con el telescopio, la concurrencia ha sido alta, pues la comunidad astrofísica está ansiosa por usar el telescopio. La competitividad es grande y el tiempo, limitado. De media, sólo una de cada cuatro horas de observación solicitadas ha podido ser concedida, por lo que se ha tratado de repartir el tiempo disponible entre diferentes líneas de investigación.

Todo proyecto de gran envergadura lleva consigo un período de optimización y puesta a punto imprescindible antes de alcanzar un estatus de operación fiable. Actualmente, el telescopio opera en modo de "observación por colas", de manera que el equipo de astrónomos del GTC hace las observaciones cuando se cumplen las condiciones que requiere el equipo investigador y las envía a los científicos a medida que se completan.

La mitad del tiempo se dedica a ajustar y mejorar tanto el funcionamiento del telescopio como el de su primer instrumento, OSIRIS, mientras que el resto se destina a la observación astronómica. Una vez alcanzada la máxima eficiencia, los científicos podrán disfrutar del cien por cien del tiempo de observación.