

# El telescopio espacial Nancy Grace Roman

MANUEL MONTES PALACIO

El 30 de enero de 2020, la NASA ordenaba a su telescopio espacial Spitzer situarse en modo seguro y abandonar sus tareas científicas. Agotado su refrigerante, el observatorio, dedicado a la astronomía infrarroja, había visto disminuida su capacidad de trabajo, de modo que la agencia declaró oficialmente el final de su misión después de 16 años de observaciones. Su importante tarea, sin embargo, no sería olvidada, ya que parte de sus objetivos serían retomados por el James Webb Space Telescope.

Además, otro observatorio, operando en el infrarrojo cercano, ayudaría a completar el trabajo que realizó el Spitzer: el nuevo telescopio Nancy Grace Roman.

En 2010, los órganos que debían recomendar futuras misiones astronómicas en las que invertir durante la siguiente década, establecieron como máxima prioridad la investigación de la materia oscura y otras manifestaciones cosmológicas. La materia oscura es un fenómeno de identidad desconocida que se delata por sus efectos gravitatorios. Dicha materia está formada por partículas con masa y que por tanto se atraen gravitatoriamente entre sí, pero al no emitir luz, no es posible determinar fácilmente su naturaleza. Teniendo en cuenta que la mayor parte de la materia en el universo es materia oscura, y que su presencia influirá en su evolución y destino final, los cosmólogos tienen un gran interés por descubrir de qué se trata.

Existen varios candidatos para explicar la materia oscura, pero confirmar su naturaleza está siendo una tarea larga y complicada. Una forma de obtener más información al respecto es observar grandes aglomeraciones de material, como las galaxias y los cúmulos de galaxias, en los que debería haber mucha materia oscura. Dado que estas estructuras están lejos de nosotros y que su luminosidad es débil, una de las mejores formas para estudiarlas, so-

bre todo aquellas más alejadas, es la utilización del espectro infrarrojo.

En base a esta evidencia, y haciendo caso a las recomendaciones del comité United States National Research Council Decadal Survey, la NASA propuso un nuevo proyecto llamado WFIRST (Wide-Field Infrared Survey Telescope), un telescopio espacial infrarrojo para observaciones de gran campo que debería ser capaz de detectar el mayor número de fuentes y lo más alejadas posible.

## UN ESPEJO INESPERADO

Los primeros estudios sobre el WFIRST, realizados entre 2011 y 2012, contemplaban un telescopio de 1,3 metros de diámetro, sustancialmente mayor que los 83 cm del Spitzer. Dicha óptica sería sensible al infrarrojo cercano, y estaría unida a un único instrumento, un espectrómetro especial.

Pero en 2012, poco después del anuncio de las primeras conclusiones sobre el proyecto, se daba a co-



Impresión artística del Nancy Grace Roman Space Telescope. (Imagen: GSFC/SVS)



La astrónoma de la NASA Nancy Grace Roman, cuyo nombre se honra en la presente misión. (Imagen: NASA)

nocer una inesperada posibilidad. La NASA había recibido una notificación de la National Reconnaissance Office (NRO) por la cual se ofrecía el uso sin costes de dos espejos considerados obsoletos y aún almacenados en tierra, construidos por la empresa Harris Corporation para esta organización dedicada al espionaje orbital. Inmediatamente, los técnicos de la NASA empezaron a valorar si uno de estos espejos podría llegar a aplicarse a la misión WFIRST.

El cambio sería trascendental, ya que dichos espejos duplicaban el diámetro del propuesto para el WFIRST, lo cual podría aumentar drásticamente las capacidades del instrumento, al tiempo que evitaba a la NASA tener que pagar el desarrollo completo de su óptica. En todo caso, la existencia de ambos espejos propiedad de la NRO llamó mucho

la atención. Con un diámetro de 2,4 metros, eran equivalentes al espejo del telescopio espacial Hubble, si bien gracias a su corta longitud focal tenían un campo de observación mucho mayor. Aunque se afirmó que habían sido pensados para ser usados en una misión similar a la anunciada por la NASA, numerosos analistas concluyeron rápidamente que, dadas sus características, se trataba seguramente de dos ópticas descartadas de algún programa espacial espía. De hecho, no es casualidad que el famoso telescopio Hubble poseyera un diámetro de espejo de 2,4 metros: ese era el tamaño máximo que podía aceptar el utilaje disponible para la manipulación de tales espejos en esa época. Utilaje que fue usado por la misma compañía (Lockheed) que actuó como contratista principal tanto de los satélites

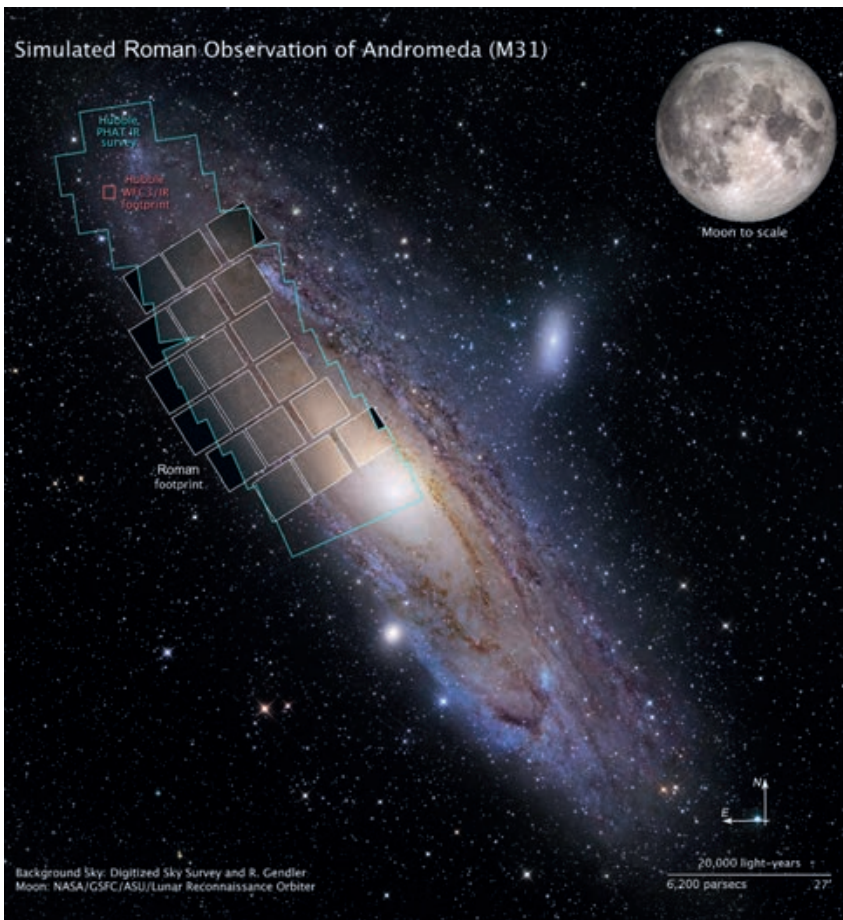
de reconocimiento de la NRO (incluyendo los llamados KH-11) como del Hubble. Es decir, Lockheed ganó el contrato de construcción del Hubble para la NASA porque ya tenía experiencia en este tipo de óptica, y simplemente se usó un diámetro de 2,4 metros porque ese era el que ya se estaba utilizando para los satélites militares, disponiendo de todo lo necesario para su ensamblaje.

La NASA aceptó la oferta de la NRO, pero solo se comprometió a utilizar una de las ópticas disponibles. Las modificaciones necesarias en el proyecto desembocaron en el concepto de misión titulado WFIRST-AFTA (Astrophysics Focused Telescope Assets), que no solo tenía en cuenta la misión original del WFIRST sino que también, en vista de las nuevas capacidades, añadía otros objetivos posibles, como la observación directa de planetas situados alrededor de otras estrellas. Para hacer posible esta última tarea, el WFIRST debería recibir otro instrumento, un coronógrafo capaz de cancelar la luz de la estrella madre, de modo que así pudieran fotografiarse los hipotéticos planetas que giraran junto a ella.

A pesar de la disponibilidad de la óptica, el WFIRST no avanzaría rápido. En 2015 se presentó el diseño preliminar definitivo a falta de determinar dónde sería colocado el telescopio, lo cual influiría en algunos de sus elementos técnicos. Por fin, en febrero de 2016 se decidió que sería colocado alrededor del punto de Lagrange L2, un punto de equilibrio gravitatorio a 1,5 millones de kilómetros de la Tierra, donde también se hallan el citado James Webb o el Planck, este último de la ESA.

#### COMPLEJIDAD Y COSTE

El aprovechamiento de un espejo procedente de un programa totalmente distinto pareció agradar a los miembros del Congreso estadounidense, que aplaudieron la iniciativa como ejemplo de contención y



Simulación del campo de visión del NGRST, durante una observación de la galaxia de Andrómeda. (Imagen: NASA)

eficiencia presupuestaria. Por eso, los primeros presupuestos anuales aprobados se situaron en línea o por encima de las solicitudes de la NASA, indicando un fuerte apoyo de los estamentos legislativos. De hecho, ello permitió a la agencia declarar oficialmente al WFIRST como nuevo proyecto el 18 de febrero de 2016. Los estudios preliminares quedaban atrás y ya era posible empezar a trabajar en su desarrollo en base a las características acordadas. Se estimó entonces un coste de unos 2700 millones de dólares.

Dicha cifra oscilaría hacia arriba muy pronto. Debido a eso, en 2017 se realizó un estudio sobre el peligro de que la factura del proyecto se disparara, a pesar de sus méritos científicos. Como una medida para

evitar que se superaran los 3200 millones de dólares, se recomendó efectuar algunos recortes. Con estos sobre la mesa, los técnicos del programa llevaron a cabo una satisfactoria revisión del diseño de la misión en febrero de 2018, asegurando que los costes se mantendrían en las cifras máximas estimadas.

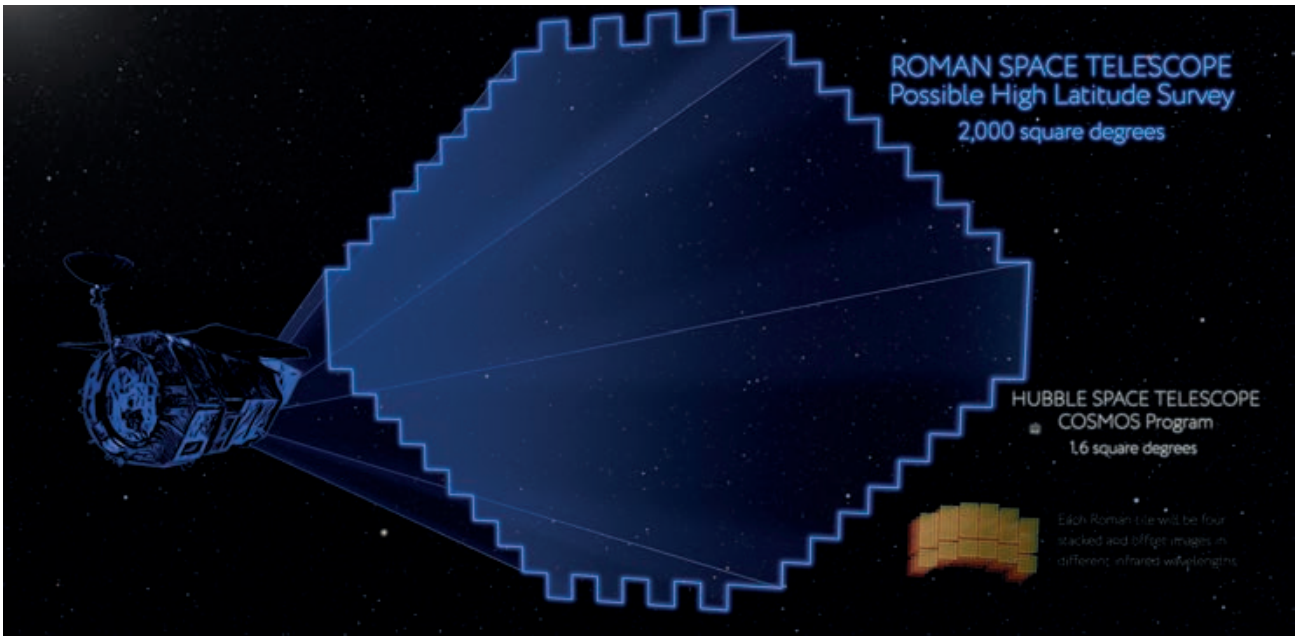
El WFIRST sería construido por uno de los centros de la NASA, el Goddard Space Flight Center (GSFC), que en noviembre de 2018 contrató la fabricación de la estructura donde se instalaría el espejo (OTA). Con la fase B del proyecto en marcha desde el 1 de abril de 2018, se inició la fase de definición detallada del telescopio. Sin embargo, algunos nubarrones se atisbaban en el horizonte. Los presupuestos para

el programa propuestos por la administración Trump sugerían nuevos recortes, justificados por la necesidad de satisfacer otras prioridades. Por fortuna, el alto valor otorgado a la misión por la comunidad astronómica propició que el Congreso no aceptara tales recortes y que presupestara más dinero del solicitado para el proyecto de la NASA.

La administración Trump no se rindió y volvió a proponer al año siguiente una reducción en el dinero asignado al WFIRST. Los altos costes del telescopio espacial James Webb y los retrasos que lo afectaban estaban haciendo temblar al resto de programas astronómicos de la agencia.

En noviembre de 2019, la NASA completó la llamada revisión preliminar de diseño, donde se identificaron tensiones presupuestarias que podrían poner en peligro la fecha de lanzamiento entonces prevista para el WFIRST, 2025. A pesar de todo, en marzo del año siguiente la NASA declaró haber dado luz verde definitiva a la construcción del ingenio, así como del nuevo instrumento, el coronógrafo. En ese momento, se esperaba un coste total para el programa, incluyendo 5 años de operaciones, cercano a los 4000 millones de dólares.

Con el vehículo en marcha y avanzando por la carretera que le debería llevar a la zona de lanzamiento, el nuevo telescopio espacial superó la revisión crítica de diseño el 29 de septiembre de 2021. Los técnicos podían empezar a construir sus piezas y a ensamblar el observatorio, para un envío al espacio no más tarde de mayo de 2027. El retraso en el lanzamiento, resultado de la incertidumbre presupuestaria, la creciente complejidad del vehículo, y sobre todo, los efectos de la pandemia de la COVID-19, lastaban el programa, pero la NASA confió, ahora sí, que el WFIRST podría viajar como estaba previsto.



Comparación entre el campo de visión del Roman y el del telescopio Hubble. (Imagen: GSFC)

## EL NANCY GRACE ROMAN TELESCOPE

El WFIRST cambiaría de nombre el 20 de mayo de 2020. El fallecimiento en 2018 de Nancy Grace Roman, primera jefa de astronomía en la Oficina de Ciencia Espacial de la NASA, propició que la importante misión recibiera su nombre en honor a su larga trayectoria en la agencia. Por tanto, desde ese momento, el observatorio sería conocido como Nancy Grace Roman Space Telescope (NGRST).

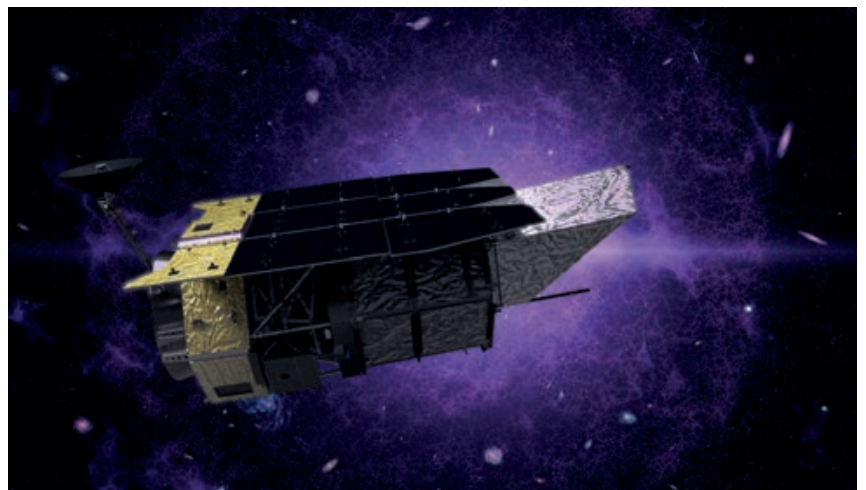
Como se ha dicho, el telescopio utiliza un espejo primario de 2,4 metros de diámetro, dentro de una carcasa que lo protegerá para evitar la luz no deseada procedente de la Tierra, la Luna y el propio Sol. Pero aunque dicho espejo tiene el mismo tamaño que el del Hubble, es mucho más ligero que este último. Solo pesa 186 kg, una cuarta parte de su predecesor, gracias a los avances que se han producido en el campo de la óptica durante las últimas décadas.

El espejo recogerá la luz procedente del espacio y la redirigirá hacia los dos únicos instrumentos que

estarán presentes a bordo, el llamado Wide-Field Instrument (WFI) y el Coronagraphic Instrument (CGI). El primero consiste en una cámara sensible al visible y el infrarrojo cercano (de 0,48 a 2,30  $\mu\text{m}$ ), de unos 300 megapíxeles. Las imágenes que producirá serán tan nítidas como las del Hubble, con la particularidad de que, gracias a la corta longitud focal del telescopio, cubrirán un campo de visión de 0,28 grados cuadrados.

Eso es 100 veces más grande que lo que el Hubble es capaz de proporcionar, de modo que cada fotografía mostrará un número mucho mayor de objetos. El sistema permitirá también realizar espectroscopía de alta precisión.

Se ha calculado que el instrumento WFI obtendrá imágenes de zonas del cielo algo mayores que el tamaño aparente de la Luna llena. Ello contrasta con lo que puede hacer



El NGRST estará dedicado a la observación del infrarrojo cercano. (Imagen: GSFC/SVS)



El nuevo telescopio buscará también acumulaciones de materia, como cúmulos de galaxias. (Imagen: NASA, ESA, J. Lotz y el HFF Team (STScI))

la cámara WFC 3 del Hubble, cuyas imágenes en el infrarrojo son 200 veces más pequeñas, o con las que obtiene su cámara ACS, fotografías 100 veces menores. Esto es muy importante porque, en sus primeros 5 años de observaciones, el NGRST habrá fotografiado 50 veces lo que el Hubble cubrió en sus primeros 30 años de historia (o sea, adquirirá

datos 500 veces más deprisa). Más espacio cubierto implicará más información en un menor intervalo de tiempo y la obtención más rápida de resultados. La cámara WFI, pues, podrá obtener imágenes de muchas zonas hasta ahora poco conocidas, incluyendo algunas polvorientas y profundas, como las del centro de nuestra propia galaxia. Su sensibili-

dad en el infrarrojo cercano pondrá asimismo de manifiesto un gran número de objetos desconocidos. La cámara WFI utilizará 18 detectores de alta sensibilidad, que se ocuparán de traducir en señales eléctricas la luz procedente del cosmos.

En cuanto al coronógrafo, permitirá detectar y realizar espectroscopía de exoplanetas situados a más de 0,15 segundos de arco de sus estrellas madre. Para ello, ocultará la luz de estas últimas, poniendo de manifiesto solo aquella de los cuerpos planetarios y permitiendo así fotografiarlos directamente. En efecto, el principal problema en la detección y observación de planetas extrasolares es su escaso brillo, enmascarado por las estrellas alrededor de las cuales orbitan. Por eso es necesario utilizar un coronógrafo, en esencia una máscara que reduzca ese brillo estelar y deje solo el de los planetas que rodean a la estrella.

Según la NASA, el CGI será el coronógrafo más potente jamás diseñado y enviado al espacio. Su capacidad de cancelar luz estelar será tan precisa que permitirá ver planetas hasta casi mil millones de



Otro ejemplo de la diferencia de campo de visión entre el NGRST y el Hubble. (Imagen: NASA)

veces más débiles que su estrella. El CGI, que está siendo construido por el Jet Propulsion Laboratory, utiliza además nueva tecnología cuya demostración en la práctica posibilitará diseñar futuras misiones de observación de exoplanetas aún más ambiciosas. Dichas misiones pondrán a nuestra disposición imágenes directas de planetas extrasolares de tipo rocoso, es decir, semejantes a la Tierra, y situados en las zonas habitables alrededor de sus estrellas, allí donde el agua puede mantenerse en estado líquido. Si esto es así, estaremos en disposición de poder estudiar en profundidad los primeros planetas de tipo terrestre y candidatos a albergar algún tipo de vida en su superficie o atmósfera. Tanta es la importancia de esta nueva tecnología (que incluye espejos, máscaras, detectores, prismas, etc.) que el primer año y medio de uso del coronógrafo del NGRST estará básicamente dedicado a validarla. Solo después quedará a disposición de la comunidad científica, que entonces podrá usarlo para observaciones astronómicas específicas.

Los principales objetivos del coronógrafo serán, naturalmente, los planetas extrasolares, pero el instrumento podrá ser usado para otras funciones. Por ejemplo, cancelar el brillo de una estrella puede servir para facilitar la visión de anillos de polvo a su alrededor. En todo caso, las imágenes que se podrán obtener de planetas rocosos situados a muchos años-luz de distancia con la actual tecnología serán muy pequeñas: cada planeta ocupará apenas un píxel en la fotografía que se obtenga. Aunque pueda parecer que esto es muy poco y que arrojará un escaso detalle, lo cierto es que su luz podrá ser después analizada en busca de espectros que delaten la composición de sus atmósferas. Si dichos planetas tienen oxígeno, metano o dióxido de carbono en ellas, el análisis permitirá descubrirlo. Y



La estructura de soporte del espejo principal (OTA). (Imagen: Dave Sime/Harris Corporation/JJT)

dado que algunas de estas sustancias son indicadoras de la existencia de procesos biológicos, el coronógrafo podría ayudar a determinar si dichos planetas muestran señales de vida de algún tipo. En el peor de los casos, la información podría ser utilizada para que otros telescopios aún más grandes, como el James Webb (JWST), realicen observaciones con una mayor resolución.

### LOS OBJETIVOS DEL NGRST

Como se dijo más arriba, los objetivos del Nancy Grace Roman Space Telescope serán múltiples. Además de la ya mencionada búsqueda de pistas sobre la materia oscura y la detección de planetas extrasolares, el observatorio trabajará para desvelar algunas incógnitas de la energía oscura, esa fuerza desconocida que está haciendo que la expansión

del universo se acelere, y que es el mayor componente del cosmos. La energía oscura, junto con la materia oscura, va a ser uno de los temas de estudio de otra misión, en este caso europea, llamada Euclid, cuyo lanzamiento está previsto para 2023. El NGRST actuará como complemento y ayudará a confirmar o desmentir la existencia de dicha fuerza, cuyos efectos podrían también explicarse con otras hipótesis, como el fallo de la teoría de la relatividad a escalas cosmológicas. Los astrónomos quieren saber si esta supuesta nueva energía oscura ha sido constante en el tiempo o ha evolucionado, y para ello el NGRST usará sus capacidades en el infrarrojo para medir las oscilaciones acústicas de los bariones, observará supernovas distantes, y detectará lentes gravitacionales débiles.

El estudio de los planetas extrasolares por el NGRST se hará, por otro lado, a través de tres sistemas diferentes. En primer lugar, estaría el sistema Microlensing, donde el telescopio Roman observará de forma continuada unos 200 millones de estrellas situadas cerca del centro galáctico. Pequeños efectos de microlente gravitacional delatarán la existencia de planetas junto a dichas estrellas (con tamaños de hasta unas pocas veces el de la Luna), e incluso de planetas errantes, alejados de cualquier sistema estelar y de tamaños no inferiores al del planeta Marte. El segundo sistema será la obtención de imágenes directas, gracias al coronógrafo, como ya se ha descrito. Y por último, estará el sistema del método del tránsito. Que el telescopio mantenga en observación a muchas estrellas durante mucho tiempo revelará variaciones de brillo transitorias que se explicarán por el paso por delante de ellas de planetas a su alrededor. Durante la misión del NGRST podrían llegar a detectarse hasta 100.000 nuevos planetas. Estamos pues hablando de



Poco antes de morir, Nancy Grace Roman visitó las instalaciones donde se preparaba el telescopio James Webb. (Imagen: NASA/GSFC/Bill Hrybyk)



Los 18 detectores de la cámara WFI del telescopio. (Imagen: NASA/Chris Gunn)

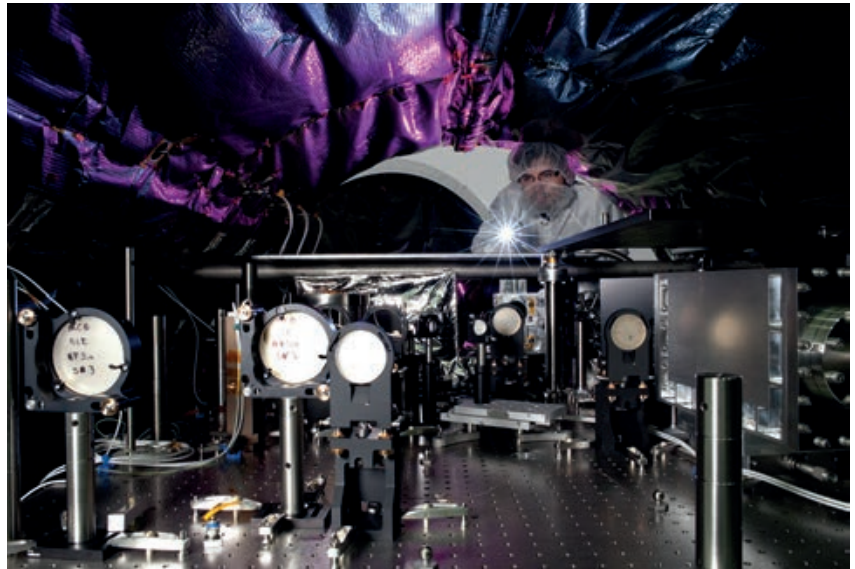


El espejo principal del telescopio NGRST. (Imagen: L3 Harris Technologies)

ampliar en gran medida el actual catálogo de más de 4000 exoplanetas detectados y otros varios miles candidatos. Aumentando el número de planetas extrasolares conocidos, los astrónomos dispondrán de muchos más ejemplos de la enorme variedad de cuerpos planetarios existentes, respondiendo a preguntas como su evolución, la frecuencia de la existencia de sistemas planetarios como el nuestro, etc.

Finalmente, hay que destacar que el NGRST contribuirá grandemente a otros aspectos de la astronomía. La obtención de imágenes de gran campo para estudiar la materia y energía oscuras proporcionará indirectamente nueva constancia de millones de nuevos objetos infrarrojos hasta ahora desconocidos. La cantidad de datos que enviará el observatorio revolucionará los catálogos astronómicos, y servirá asimismo para entender mejor cuestiones cosmológicas poco claras, como la aparición de las primeras generaciones de galaxias y cuásares, de los que tenemos una muestra aún escasa. El telescopio accederá a miles de nuevas galaxias próximas a una magnitud límite de 26, algunas más brillantes de lo esperado gracias a los efectos de lente gravitacional, lo que las convertirá en candidatas para su análisis mediante el JWST. El NGRST será igualmente útil para estudiar el grupo local de galaxias, algunas poco luminosas, cuyos movimientos propios podrán así ser analizados.

El telescopio Roman pesará unos 4166 kg al despegue, por lo que deberá ser lanzado con un cohete pesado, probablemente un Falcon Heavy o un Delta-IV Heavy. Una vez en su órbita alrededor del punto L2 debería pasar entre cinco y seis años operando bajo la denominada misión básica. Dado que necesitará algo de combustible para mantener y cambiar su orientación, así como para ajustar periódicamente su órbita en L2, el único límite temporal para su



Ensayos preliminares de los sistemas del coronógrafo. (Imagen: NASA/JPL-Caltech/Matthew Luem)

funcionamiento será este consumible. La NASA ha previsto un mínimo de cinco años de operaciones, con la posibilidad de una extensión de hasta cinco años más.

Controlado por el centro Goddard, el observatorio mantendrá una fructífera relación con el Space Telescope Science Institute (STScI) y el Infrared Processing and Analysis Center (IPAC), encargados de la relación con

la comunidad científica y el público. Desde el punto de vista industrial, en el programa han participado las empresas Ball Aerospace, L3Harris y Teledyne Imaging Sensors. Si todo va bien, el esfuerzo de todos estos actores hará que en 2027, como muy tarde, los astrónomos de todo el mundo dispongan de otro instrumento esencial para el avance de la ciencia durante la próxima década. ■



El NGRST descubrirá millones de nuevos objetos. (Imagen: NASA/Goddard Space Flight Center/Conceptual Image Lab)