

SIN SPICA EL UNIVERSO INFRARROJO

El pasado mes de octubre ESA y JAXA resolvieron de forma conjunta apartar a SPICA de la competición a M5 del programa Cosmic Vision. SPICA había sido preseleccionada junto a Envision y Theseus en mayo de 2018 como candidata entre más de 25 propuestas y se procedía a su estudio de fase A en su puja hacia la selección final prevista para junio de 2021. Tanto la cancelación, tan solo unos meses antes de que tuviese lugar el Mission Selection Review, como la forma en la que se desarrollaron y precipitaron los hechos generaron gran estupor en la comunidad científica infrarroja, así como serias dudas sobre las razones y el proceso de decisión llevados a cabo.



Francisco Najarro
najarro@cab.inta-csic.es



Jesús Martín Pintado
jmartin@cab.inta-csic.es

Centro de Astrobiología (CSIC-INTA)

Oficialmente, ambas agencias adujeron que la estimación de coste a término de la misión excedía las envolventes económicas asumibles por ESA y JAXA. Dicho sobrecoste, alrededor de un 20%, saltó a la luz durante el MCR (Mission Consolidation Review) en julio de 2020. Mientras que la revisión técnica declaró la misión como viable, la revisión programática hizo saltar las alarmas al recibirse el presupuesto de la industria para el ensamblado del telescopio. Esta cantidad excedía significativamente la que se había estimado durante el CDF (Concurrent Design Facility) a finales de 2018 y que concluía que la misión era viable tal y como había sido presentada en la llamada a M5 y posteriormente preseleccionada. En un intento de mitigar sobrecostos, ESA propuso al consorcio de SPICA reducir el tamaño del telescopio de 2.5 m a 1.8 m como medida de urgencia. A pesar del nada desdeñable impacto en los objetivos científicos de la misión, el consorcio decidió seguir adelante con la reducción del tamaño del espejo y acomodar a marchas forzadas la suite de instrumentos al nuevo diseño y a la redefinición del programa científico. Sin embargo, todos estos ajustes resultaron infructuosos ya que, poco después, ambas agencias decidieron cancelar la misión y con ello el esfuerzo de más de 15 años de la comunidad infrarroja que buscaba dar un paso de gigante en la senda que han ido marcando a lo largo de las tres últimas décadas misiones como ISO, SPITZER, AKARI y HERSCHEL.

Este artículo está enfocado a reflexionar sobre el impacto que supone carecer de una misión en el infrarrojo lejano a corto y medio plazo, así como profundizar en las lecciones aprendidas en relación con misiones espaciales en las que co-participan varias agencias, tanto a nivel de interacción entre agencias como los diferentes interfaces entre los consorcios que construyen los instrumentos con las agencias. Para ello, en primer lugar, realizaremos un breve recorrido histórico de SPICA. Posteriormente describiremos el diseño de la misión y su suite de instrumentos para finalmente presentar los principales objetivos científicos que cobran especial relevancia en el nicho del infrarrojo medio y lejano.

LA MISIÓN SPICA

La participación europea en SPICA (a SPace Infra-red telescope for Cosmology and Astrophysics) se

SE ANTOJA AÚN MÁS OSCURO Y LEJANO

propuso por primera vez en 2007 en la llamada del programa Cosmic Vision de la ESA. SPICA fue seleccionada como misión de oportunidad como contribución a la propuesta liderada por JAXA.

Tras una fase de evaluación de dos años, a principios de 2010 se concretó una propuesta europea en la que la ESA proporcionaba el ensamblado del telescopio, una estación de seguimiento de tierra, la colaboración en las operaciones de ciencia y la gestión de

los interfaces entre JAXA y el consorcio europeo del instrumento **SAFARI**. Dicho consorcio, cuya responsabilidad fue asumida inicialmente por el Reino Unido, paso a ser liderado por Holanda a finales de 2010 con España y Francia como co-IPs. El esquema de misión de oportunidad fue revisado por ESA y JAXA resultando en una participación mayor de forma progresiva por parte de la ESA hasta que finalmente SPICA se volvió a proponer en 2016 (llamada a M5) como misión de clase M, esta vez liderada por ESA.

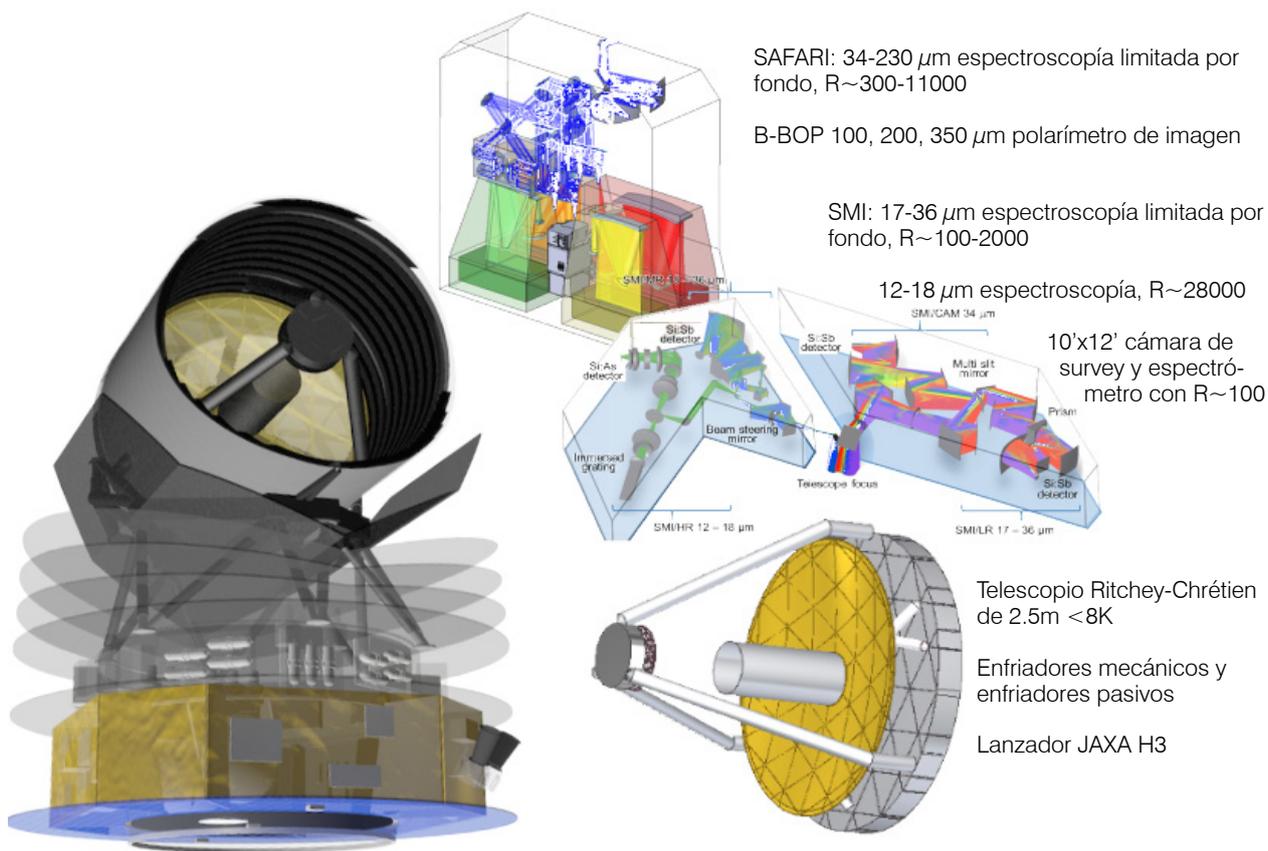


Figura 1. Esquema de SPICA, con el telescopio y la suite de instrumentos: SAFARI, B-BOP y SMI (adaptadas de la propuesta de SPICA a M5).

Desde el punto de vista tecnológico, SPICA se concibió como un Herschel enfriado por debajo de 8 K combinando enfriadores mecánicos con enfriadores pasivos (ver Fig. 1). La propuesta inicial contemplaba un telescopio de 3.5 m, un instrumento en el infrarrojo medio liderado por Japón (SMI) y un espectrógrafo de transformada de Fourier SAFARI en el infrarrojo lejano (similar a SPIRE/Herschel) y liderado por un consorcio europeo. La propuesta original sufrió una serie de cambios que se cristalizaron en la solicitud presentada finalmente a M5. Por un lado, debido al tamaño del lanzador japonés y a la capacidad de enfriado disponible, se produjo una reducción del tamaño del telescopio a ~2.5 m. Además, con el fin de aumentar la sensibilidad se optó por un espectrógrafo de tipo "grating" y se añadió un polarímetro de imagen, B-BOP, liderado por Francia. España, a través del CAB y del INTA era la responsable la estructura de SAFARI y B-BOP así como del diseño óptico de SAFARI.

CASOS CIENTÍFICOS DE SPICA

Con esta suite de instrumentos y un telescopio enfriado por debajo de 8 K, SPICA posibilitaba explorar el infrarrojo lejano como rango único a la vez que complementario mejorando en al menos dos órdenes de magnitud lo alcanzado por misiones previas. Gracias a esto, SPICA planteaba abordar tres objetivos claves:

- El primero consistía en revelar los procesos físicos que gobiernan la formación y evolución de galaxias y agujeros negros durante una gran fracción de la vida del universo. La espectroscopia de alta sensibilidad en el infrarrojo lejano que proponía el instrumento SAFARI, bien de galaxias individuales como mediante sondeos de áreas extensas, iba a permitir obtener las primeras medidas fiables tanto de la tasa de formación estelar como la de acrecimiento en agujeros negros en galaxias con polvo en durante las fases que abarcan el 90% de la edad del universo. Además desentrañaría los procesos que regulan el ciclo de bariones y formación estelar en galaxias, conectando la evolución estelar con los reservorios de gas y polvo a escalas que comprenden desde las nubes moleculares individuales hasta galaxias. Trazaría también la aparición y evolución de metales y polvo desde el universo primitivo hasta el actual (ver Fig. 2). Finalmente, sería capaz de detectar y caracterizar algunas de las galaxias más jóvenes y luminosas del universo temprano.

- El segundo buscaba resolver por primera vez la polarización en el infrarrojo lejano de los filamentos galácticos. Estos juegan un papel fundamental en la activación de los procesos de formación estelar en condensaciones de gas y polvo. De este modo se revelaría el papel que juegan los campos magnéticos dando forma a las estructuras del medio interestelar en las que se forman las protoestrellas y los núcleos pre-estelares. Estudios con alta resolución espectroscopia permitirían, asimismo, determinar el papel de la dinámica del gas y la turbulencia en la transformación de gas difuso a estrellas.

- El tercer objetivo se centraba en entender la formación y evolución de sistemas planetarios. La formación de planetas está íntimamente ligada a la evolución de los reservorios de gas (ver Fig. 3) y esta puede trazarse óptimamente mediante observaciones de la molécula de deuterio. Asimismo, SPICA posibilitaba el estudio en múltiples fases del agua en las diferentes zonas de formación del sistema planetario. Además, se contemplaba: estimar las cantidades de gas templado en estas zonas, cuantificar los procesos de dispersión del gas (formación de huecos y fotoevaporación) y derivar propiedades de minerales, temperatura y contenido en hierro de los granos de polvo en sistemas solares nacientes.

IMPACTO DE LA CANCELACIÓN DE SPICA

La cancelación de la misión SPICA tiene un impacto directo en el avance de nuestro conocimiento en los nichos científicos descritos anteriormente y en la hoja de ruta de los desarrollos tecnológicos para futuras misiones en el IR lejano. No hay ninguna misión espacial u observatorio terrestre en fase de construcción o en operación que pueda cubrir los casos científicos de SPICA. En particular, ALMA podrá estudiar la evolución galáctica solo a alto redshift a través de las líneas atómicas de estructura fina y de CO en el IR lejano y se restringirá el estudio a los discos muy jóvenes donde se forman los sistemas planetarios. Sin embargo, no podrá acceder a la época del pico de la formación estelar (redshifts 2-3) crucial para entender la evolución de la galaxias ni a los discos de escombros, ni podrá estudiar el papel de la "snow line" en la formación y evolución de los planetas. Incluso el JWST,

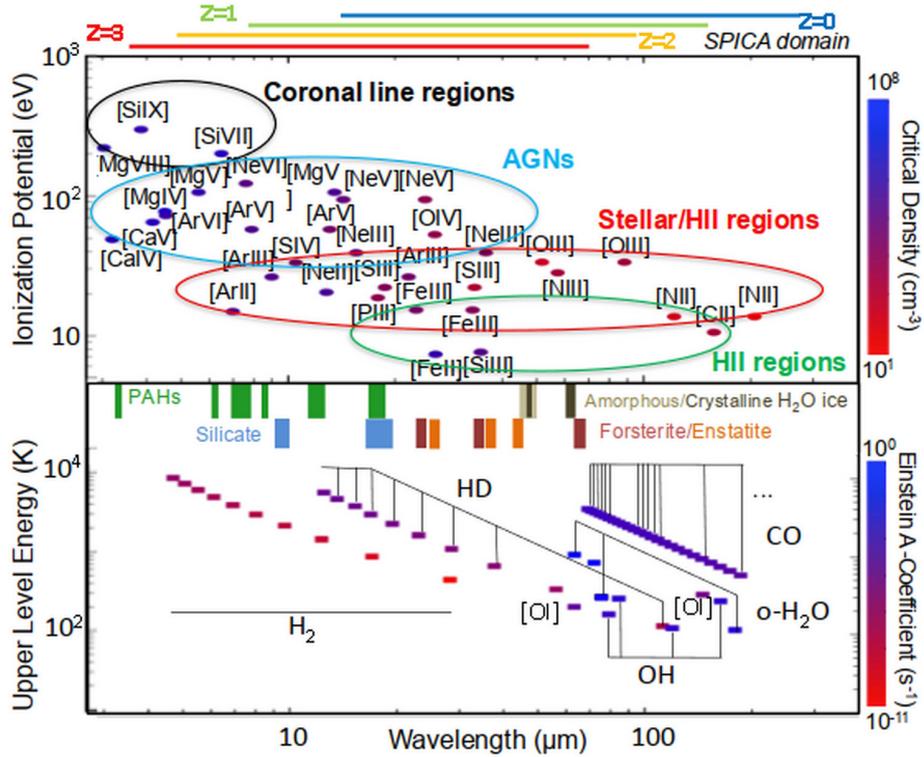
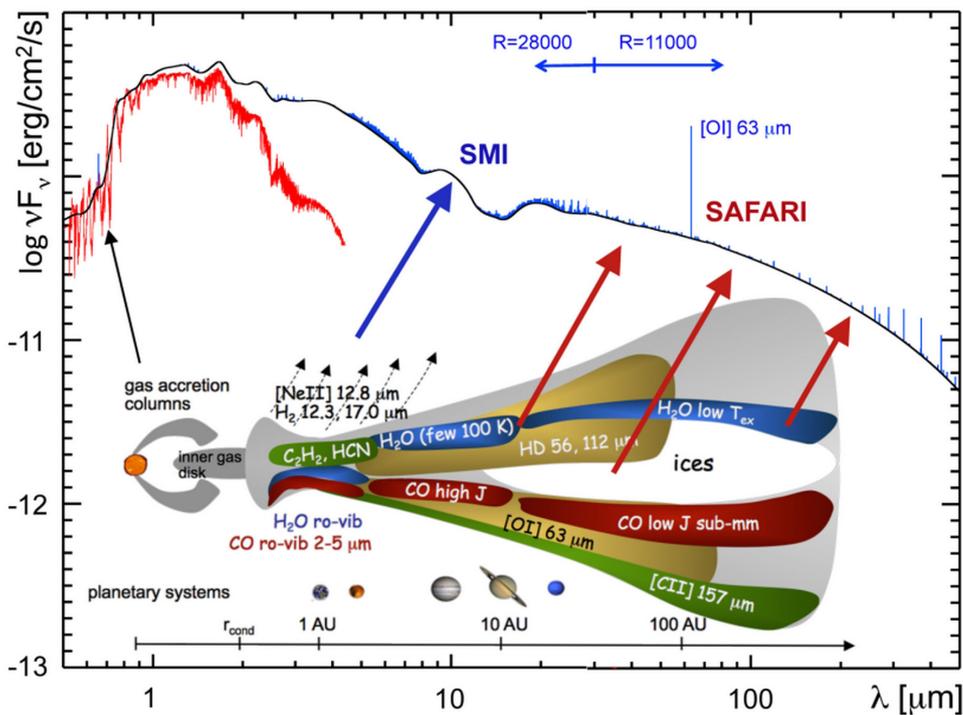


Figura 2. Panel superior: Potencial de ionización vs λ para líneas de estructura fina de diagnóstico en el infrarrojo. (Spinoglio & Malkan 1992). Panel inferior: niveles superiores de energía de transiciones moleculares e improntas de PAHs, bandas de hielo de agua y otras especies vs longitud de onda. El rango de SPICA se indica para diferentes redshifts.

Figura 3. Modelo de distribución de energía para un disco protoplanetario. El infrarrojo medio y lejano proporciona la mejor ventana para estudiar el reservorio de material del que se formará el planeta (adaptadas de la propuesta de SPICA a M5).



«La cancelación de la misión SPICA tiene un impacto directo en el avance de nuestro conocimiento en los nichos científicos que abordaba y en la hoja de ruta de los desarrollos tecnológicos para futuras misiones en el IR lejano. No hay ninguna misión espacial u observatorio terrestre en fase de construcción o en operación que pueda explotar adecuadamente los casos científicos de SPICA »

que estudiará la regiones más internas de una gran variedad de discos proto-planetarios pero no logrará acceder la regiones de la zonas más externas de los discos. En cuanto al estudio del campo magnético en regiones de formación estelar, SOFIA realizará mapeados de las regiones más intensas pero no alcanzará la sensibilidad para medir la polarización en las regiones más difusas. Desde el punto de vista tecnológico, SPICA hubiera supuesto un salto crucial al validar las tecnologías de refrigeradores mecánicos para telescopios de 2-3 m enfriados a <8 K, fundamentales para el futuro de las misiones en el IR lejano con telescopios de aperturas más grande que SPICA como el Origins Space Telescope (OST) de la NASA o en el caso de interferómetros espaciales. Finalmente, desde el punto de vista de la comunidad, un gran número de astrónomos y tecnólogos han dedicado más de una década a conformar una misión y preparar su explotación científica. Con la cancelación de SPICA han tenido que abandonar dichas actividades y enfrentarse a la trágica decisión de redirigir sus carreras profesionales.

EXPERIENCIA ADQUIRIDA: DEBILIDADES.

La cancelación de SPICA también ha mostrado que las agencias espaciales tienen una larga tradición de colaboración en misiones espaciales con un esquema en las que una de las agencias actúa como líder y el resto colaboran a nivel de socio minoritario. En este esquema la agencia líder garantiza la misión y los socios contribuyen con mejoras e instrumentación adicional. Este fue el esquema original en el caso de SPICA liderada por JAXA con una contribución sustancial de la ESA. La evolución hacia una misión liderada por la ESA con una contribución a nivel similar por parte de JAXA ha puesto de manifiesto que la gestión de este tipo de esquema de colaboración, que ha resultado muy exitosa en el caso ALMA, requiere de una implementación diferente a las que se usan en la actualidad en todas las agencias espaciales. El esquema de misiones de tipo M de la ESA y de tipo L de JAXA imponen una programación y una estructura de comités asesores científico-técnicos, programación temporal y de sincronización presupuestaria entre las agencias que se han mostrado insuficientes para acometer la implementación exitosa de este tipo de misiones. Teniendo en cuenta

los costes asociados a los grandes futuros observatorios espaciales, como el JWST que, claramente superaran los presupuestos asignados incluso a las misiones de tipo L de la ESA, la introducción de un esquema para misiones con otras agencias espaciales en la que se contribuye al mismo nivel es crucial para que la ESA lidere en modo compartido los futuros grandes observatorios espaciales.

EL FUTURO DEL INFRARROJO LEJANO

De cara al futuro, la implementación de un observatorio en el IR lejano con un telescopio de al menos 3 m refrigerado activamente requiere de al menos una misión de tipo L dentro del esquema de la ESA. En la actualidad la ESA dará a conocer el resultado del Voyage 2050, en el que se recomendarán los temas científicos que definirán la futuras misiones

de tipo L. Asimismo, se indicará el modo en el que una misión o contribución a una misión en el IR lejano liderada por otra agencia puede ser incorporada a su programa científico. En particular, dentro de los cuatro estudios de concepto para misiones de tipo L que se están considerando en el contexto del NASA Decadal Survey para la Astrofísica, el OST, en caso de ser seleccionado, supone una oportunidad para la comunidad europea del IR-lejano y de la ESA para contribuir como socio minoritario. Teniendo en cuenta que en la actualidad las grandes agencias espaciales están definiendo sus programas científicos y tecnológicos de cara a las próximas décadas, es de esperar que, dado el enorme potencial científico del IR-lejano, a nivel internacional aparezcan oportunidades para implementar una misión del tipo de SPICA dentro de la próxima década.

Impresión artística de la cancelada misión espacial SPICA. Crédito: JAXA/ISAS

