



# Asamblea General

Distr. limitada  
17 de noviembre de 2022  
Español  
Original: inglés

## Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos

60° período de sesiones

Viena, 6 a 17 de febrero de 2023

Tema 7 del programa provisional\*

**Desechos espaciales**

### **Investigaciones sobre los desechos espaciales, la seguridad de los objetos espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo y los problemas relativos a la colisión de esos objetos con desechos espaciales**

Nota de la Secretaría

#### **I. Introducción**

1. En su 65° período de sesiones, la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos convino en que se siguiera invitando a los Estados Miembros y a las organizaciones internacionales reconocidas como observadores permanentes ante la Comisión a presentar informes acerca de investigaciones sobre los desechos espaciales, la seguridad de los objetos espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo, los problemas relativos a la colisión de esos objetos con desechos espaciales, y el modo en que se estaban aplicando las directrices para la reducción de desechos espaciales (A/77/20, párr. 102). En consecuencia, se envió una comunicación de fecha 19 de agosto de 2022 a los Estados Miembros y a las organizaciones internacionales reconocidas como observadores permanentes en que se los invitaba a presentar sus informes a más tardar el 28 de octubre de 2022, para que su contenido pudiera ponerse a disposición de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos en su 60° período de sesiones.

2. La Secretaría redactó el presente documento basándose en la información recibida de diez Estados Miembros (Alemania, Argelia, Austria, Bolivia (Estado Plurinacional de), Eslovaquia, la India, Italia, el Japón, México y Myanmar). Durante el 60° período de sesiones de la Subcomisión se distribuirá en un documento de sesión información suplementaria presentada por el Japón, que contiene cifras relativas a los desechos espaciales.

\* A/AC.105/C.1/L.405.



## II. Respuestas recibidas de los Estados Miembros

### Alemania

[Original: inglés]  
[27 de octubre de 2022]

Alemania realiza actividades de investigación sobre cuestiones relativas a los desechos espaciales en todas las esferas pertinentes. Entre ellas cabe mencionar la modelización del entorno de desechos espaciales, la observación de desechos espaciales, el desarrollo de la tecnología de observación, estudios de los efectos del impacto a hipervelocidad en los vehículos espaciales, la protección de los sistemas espaciales contra impactos de micrometeoroides y desechos espaciales, y el diseño de tecnologías de eliminación. Los expertos alemanes participan intensamente en foros internacionales sobre las investigaciones relativas a los desechos espaciales y la seguridad en el espacio, como el Comité Interinstitucional de Coordinación en materia de Desechos Espaciales y la Academia Internacional de Astronáutica, así como en actividades internacionales de normalización en el ámbito de los desechos espaciales y relacionadas con aspectos de la coordinación del tráfico espacial. La industria y los círculos académicos alemanes también participan en la elaboración de tecnologías orientadas a la utilización sostenible a largo plazo del espacio ultraterrestre y la protección de la Tierra.

La Agencia Espacial Alemana del Centro Aeroespacial Alemán (DLR) sigue ocupándose de mejorar los medios para la reducción de desechos espaciales, mediante proyectos de satélites pequeños que se ejecutan en universidades e institutos de investigación con apoyo del DLR. Al haberse introducido cambios en los procesos internos de la Agencia Espacial Alemana se ha garantizado el cumplimiento obligatorio de los requisitos en materia de reducción de desechos espaciales como condición para otorgar subsidios a las investigaciones vinculadas con misiones espaciales. Además, se mantiene un diálogo constante con los responsables de la iniciativa de satélites pequeños de las universidades alemanas. El objetivo de ese diálogo es mantener un alto grado de sostenibilidad en el número creciente de actividades espaciales de las universidades y apoyar el intercambio de conocimientos y mejores prácticas en el ámbito universitario. La Agencia Espacial Alemana apoya proyectos en curso, ha impartido cursos prácticos en línea para expertos sobre aspectos de la labor de reducción de desechos espaciales y realizó en las universidades de Alemania una encuesta sobre las misiones espaciales. En marzo de 2022 se publicó un informe sobre los resultados de esa encuesta.

### Mediciones

Para crear una competencia nacional en materia de vigilancia espacial, que permita, por ejemplo, establecer un catálogo de objetos espaciales y determinar órbitas, se debe fomentar la capacidad de generar y utilizar datos de sensores. Un catálogo de esa naturaleza sería la base de las operaciones orientadas al conocimiento de la situación en el medio espacial. Por ello, la Agencia Espacial Alemana, en el marco de su programa nacional financiado por el Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima de Alemania, comenzó a construir el radar experimental alemán de vigilancia y seguimiento espaciales (GESTRA). Ese sistema fue creado por el Instituto Fraunhofer de Física de Alta Frecuencia y Técnicas de Radar. Se trata de un sistema experimental para estudiar los objetos espaciales residentes de la órbita terrestre baja y precisar su información orbital. En 2020 se transportaron hasta su emplazamiento y se habilitaron las dos estructuras de protección de los radares, y posteriormente se han realizado en él otras actividades de integración, ensayos y verificación. El Centro Alemán para el Conocimiento de la Situación en el Medio Espacial (GSSAC) puede controlar a distancia todo el funcionamiento del sistema. Además, se prevé que GESTRA servirá de plataforma experimental para el funcionamiento de radares biestáticos y multiestáticos y transmitirá datos a las

instituciones de investigación de Alemania a fin de que realicen otros estudios en ese ámbito.

Se creó una base de datos, que el GSSAC acoge y gestiona desde 2019, para reunir y distribuir los resultados de las mediciones realizadas por el consorcio Vigilancia y Seguimiento Espacial de la Unión Europea (EU SST), principal plataforma de intercambio de datos del EU SST. Como segunda etapa, y sirviéndose de esa base de datos, se comenzó a preparar un catálogo precursor europeo.

Se han estudiado varias opciones para mejorar los resultados de las mediciones de desechos espaciales efectuadas con los radares de vigilancia terrestres. Una opción interesante es utilizar varios radares de vigilancia en distintos emplazamientos, con configuraciones biestáticas y multiestáticas. Se prevé que una red de radares de ese tipo podrá no solo aumentar el tamaño del área de observación, sino también mejorar las mediciones de cada objeto. Actualmente se realiza un estudio para analizar más a fondo esas modalidades operativas en el marco de la colaboración entre dos institutos Fraunhofer. Se creó un marco de simulación que permite modelizar diversas configuraciones de sistemas de radar multiestático de vigilancia.

Existe una red internacional de telescopios ópticos, llamada Small-Aperture Robotic Telescope Network (red de telescopios robóticos de pequeña apertura) (SMARTnet), que consta actualmente de cuatro estaciones de telescopios, equipadas con un total de nueve telescopios. Dichas estaciones están ubicadas en Suiza, España, Sudáfrica y Australia, y el DLR se encarga del funcionamiento de las dos últimas. Se prevé establecer en 2023 una tercera estación del DLR en América del Sur. La organización de la red, que es de acceso público, está a cargo del DLR, en cooperación estrecha con el Instituto de Astronomía de la Universidad de Berna (Suiza). Las estaciones constan de varios telescopios, con apertura de entre 20 cm y 80 cm. La red vigila la región geostacionaria y las órbitas conexas, para apoyar las investigaciones sobre la evitación de colisiones y otros asuntos científicos, con cuyo fin aporta datos sobre objetos en órbitas geosíncronas y de diámetro aproximado superior a 30 cm. Ya se han detectado objetos de luminosidad inferior a magnitud 18,5, se ha medido su posición y se han calculado sus órbitas. Se demostró que había aumentado considerablemente la exactitud de la información orbital obtenida en la órbita geosíncrona. Además, se han resuelto con claridad absoluta conglomerados de satélites.

Por otra parte, el DLR está creando un sistema de información con el catálogo básico de información relacional sobre desechos (Backbone Catalogue of Relational Debris Information), una base de datos orbitales de objetos en órbita terrestre que resulta fundamental para este proyecto. Están plenamente activadas funciones clave como la correlación de objetos mediante observaciones de distintos sensores (por ejemplo, SMARTnet), que aporta los datos de observación iniciales que procesará el sistema, así como las relativas a la determinación de órbitas y la propagación orbital. Se aplica un algoritmo de agrupación de gráficos para detectar nuevos objetos espaciales residentes. El sistema puede procesar distintos tipos de mediciones, como las de telemetría por radar, óptica y láser de satélite (SLR). Además, para obtener mejores resultados en materia de determinación de órbitas también se pueden fusionar y combinar los distintos datos de entrada sobre los objetos. Por otra parte, se está creando todo un algoritmo de observación para detectar aproximaciones cercanas entre objetos. Todos los algoritmos se programan de manera que puedan procesarse en tiempo real datos de observación correspondientes a un máximo de 100.000 objetos. Entre los temas de investigación actuales figuran la detección de maniobras y las formas de lograr una planificación óptima a partir de la base de datos para que los sensores puedan captar todos los objetos con un margen de error establecido. Además se creó una interfaz de usuario que permite exportar datos de la base de datos para su uso por otros programas informáticos u otras entidades.

El DLR instaló en el Observatorio Johannes Kepler, en el sur de Alemania, un gran telescopio Ritchey-Chrétien, de 1,75 m de diámetro, para observar y analizar pequeños desechos espaciales de pocos centímetros de tamaño. Ese telescopio está dotado de cuatro focos Nasmyth y utiliza una trayectoria de luz Coudé. Además,

puede servir como transmisor láser o receptor de fotones en el marco de campañas de telemetría biestática de láser, utilizando transmisores de láser en contenedores transportables. En general, el telescopio sirve de plataforma de investigación para crear tecnologías ópticas de láser innovadoras, con miras a su aplicación en la seguridad espacial de todas las órbitas terrestres, en particular en el rango de altitud de la órbita terrestre muy baja. La tecnología láser que se utilice se centrará en la gama espectral del infrarrojo corto, en particular el tramo de longitudes de onda láser inocuas para la vista. Además de utilizar tecnologías ópticas de láser activas, se realizarán análisis espectrales ópticos pasivos de los objetos orbitales.

El DLR elaboró un sistema automático y muy compacto de telemetría láser por satélite (miniSLR). Dicho sistema permite obtener, a partir de satélites en órbita terrestre baja y media provistos de retrorreflectores, datos de telemetría por láser con margen de error de algunos centímetros en los datos de posición. Esos datos tienen muchas aplicaciones en geodesia, la observación de la Tierra, la explotación de satélites y la vigilancia de satélites puestos fuera de servicio. Se creó el correspondiente componente en órbita, basado en un diseño de retrorreflector cerámico atómico, que las entidades explotadoras de satélites pueden usar como recurso para la vigilancia por láser del tráfico espacial. Además, el uso de los nuevos retrorreflectores polarimétricos pasivos distinguibles permite marcar los satélites, lo que resulta útil, por ejemplo, en el caso de lanzamientos en grupo de satélites pequeños, así como dentro de constelaciones de satélites. La estación óptica láser terrestre miniSLR está adaptada como transmisor láser específico para los componentes de la carga útil correspondientes a los retrorreflectores polarimétricos.

### **Modelización y evaluación de riesgos en órbita y en tierra**

El principal objetivo de un proyecto ejecutado en la Universidad Técnica de Braunschweig fue elaborar varios parámetros de medición para evaluar criterios de sostenibilidad aplicables a la utilización, en particular, de las órbitas terrestres bajas por lo que atañe a las probabilidades cada vez mayores de colisión en ellas. Esas investigaciones son especialmente importantes en la actualidad, porque las políticas de reducción de desechos en vigor no se concibieron expresamente para hacer frente al número extraordinariamente alto de objetos que previsiblemente generará la introducción de las megaconstelaciones. Por ello, elaborar criterios objetivos con los que evaluar en general el estado del entorno de desechos espaciales orbitales, conceptualmente similares, por ejemplo, a los del Índice de Salud de los Océanos (Ocean Health Index) podría proporcionar medios no solo para medir el estado general de ese entorno, sino también para definir criterios objetivos a modo de orientación para lograr su sostenibilidad.

Además, Alemania hace aportes considerables, por conducto del Instituto Fraunhofer de Dinámicas de Alta Velocidad, o Instituto Ernst-Mach (EMI), a la investigación sobre los efectos de las colisiones en órbita y los impactos de desechos espaciales. La simulación experimental de impactos a hipervelocidad se realiza utilizando aceleradores de gas ligero y diagnósticos de alta velocidad dentro de los límites actuales que imponen las pruebas en tierra. Recientemente se han ensayado distintos componentes de vehículos espaciales, como estructuras de plástico reforzado con fibra de carbón, materiales transparentes, vasijas de presión y propelentes de motores de desorbitación, no solo para evaluar los posibles efectos destructivos y los límites de diseño cuantitativos, sino también para elaborar modelos destinados a evaluar las consecuencias de los impactos de desechos espaciales a nivel de sistema. Los experimentos de impactos, que se realizan principalmente bajo contrato con la Agencia Espacial Europea, se complementan con simulaciones numéricas para aumentar el número de parámetros aplicables a las condiciones de colisión y efectuar experimentos numéricos a nivel del vehículo espacial. En el Fraunhofer EMI se elaboran y aplican hidrocódigos especializados y el método de elementos diferenciados (DEM) para realizar simulaciones complejas de colisiones a hipervelocidad. Un ejemplo de esto último es el actual proyecto DEM-O, que recibe apoyo de la Agencia Espacial Alemana. Ese proyecto demuestra la idoneidad de

aplicar el método de elementos diferenciados para simular impactos a hipervelocidad. Utilizar modelos basados en partículas permite simular con precisión posibles situaciones de impacto a hipervelocidad, en particular la fragmentación producida por dicho impacto. Por su enfoque basado en la diferenciación, este método tiene claras ventajas respecto de los hidrocódigos tradicionales para modelizar la fragmentación y desintegración de satélites en órbita. En su última etapa, el proyecto se centra en mejorar la modelización de los impactos secundarios que se producen en el interior de un satélite inmediatamente tras un impacto a hipervelocidad.

En el último decenio ha aumentado considerablemente la inquietud por los riesgos en tierra que supone la reentrada en la atmósfera de fragmentos de vehículos espaciales, que ha motivado a las entidades del sector espacial para emprender muchas actividades, como la creación, el mejoramiento y la validación de instrumentos de simulación de reentrada, así como investigaciones en el ámbito del diseño para la desaparición. El primer grupo de actividades tiene por objeto aumentar la confianza en las predicciones numéricas del riesgo de reentrada, y el segundo tipo de ellas se orienta a crear nuevas técnicas de diseño de vehículos espaciales que podrán mejorar considerablemente sus propiedades de desintegración.

El Centro Alemán de Operaciones Espaciales (GSOC) comenzó en 2009 a elaborar y utilizar un sistema de software para la evaluación de conjunciones de los vehículos espaciales que estaban a su cargo, y desde entonces sigue perfeccionándolo, dándole mantenimiento y haciéndolo funcionar. Además de realizar esa labor, el sistema de evitación de colisiones del GSOC (COLA) comprende la planificación de maniobras para evitar colisiones y la generación de productos para evitarlas. El GSOC apoya a otras entidades en la evaluación de conjunciones y la evitación de colisiones. Intercambia datos sobre las efemérides de los satélites con los proveedores de servicios relativos a las conjunciones, como el consorcio Vigilancia y Seguimiento Espacial de la Unión Europea (EU SST), la Space Data Association y el 18º Escuadrón de Defensa Espacial de la Fuerza Espacial de los Estados Unidos, y en caso necesario se pone en contacto con otras entidades explotadoras de satélites para armonizar las medidas de prevención de colisiones.

## Argelia

[Original: francés]  
[11 de octubre de 2022]

Estos problemas son especialmente importantes para Argelia, por su densidad de población, la extensión de su territorio y el número creciente de objetos espaciales en órbita sobre él.

Sin embargo, el país todavía no ha realizado ninguna investigación sobre los desechos espaciales ni dispone de un mecanismo nacional para reducir esos desechos, porque inició sus actividades espaciales hace poco tiempo y tiene pocos satélites en órbita.

Argelia valora la labor de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre para promover la colaboración internacional y fomentar el progreso en esa esfera y reafirma su respaldo a las medidas adoptadas por la comunidad internacional para reducir los desechos espaciales y proteger los entornos orbital y suborbital.

Por lo que atañe a la seguridad de los objetos espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo, Argelia, que participa en la labor de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos y de sus dos órganos subsidiarios, y que respalda los principios conexos, siente preocupación por las posibles consecuencias del uso de esas fuentes de energía en el espacio ultraterrestre, que menoscabarían toda posible sostenibilidad a largo plazo de las actividades en el espacio ultraterrestre y la conservación del espacio ultraterrestre como patrimonio común de la humanidad para las generaciones futuras.

Por ese motivo, Argelia recuerda lo dispuesto en el artículo IV del Tratado sobre los Principios que Deben Regir las Actividades de los Estados en la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre, incluso la Luna y Otros Cuerpos Celestes, en el que se establece que los Estados partes en el Tratado se comprometen a no colocar en órbita alrededor de la Tierra ningún objeto portador de armas nucleares ni de ningún otro tipo de armas de destrucción masiva, a no emplazar tales armas en los cuerpos celestes y a no colocar tales armas en el espacio ultraterrestre en ninguna otra forma.

Argelia considera indispensable que los Estados presten más atención a las posibles consecuencias del uso de fuentes de energía nuclear, y apoya toda iniciativa que comporte la transferencia de conocimientos especializados en esa esfera, para que todos los Estados que deseen hacer uso de fuentes de energía en el espacio ultraterrestre puedan hacerlo de un modo seguro.

## **Austria**

[Original: inglés]  
[25 de octubre de 2022]

Además de realizar periódicamente mediciones telemétricas de satélites activos equipados con retrorreflectores de esquina cúbicos, la estación de telemetría láser del Instituto de Investigaciones Espaciales de la Academia de Ciencias de Austria participa actualmente en varias actividades relacionadas con la seguridad espacial<sup>1</sup>. El diseño y el montaje de retrorreflectores de apoyo para su uso en futuras misiones satelitales serán decisivos en el cálculo de la actitud y en las misiones que se realicen con fines de remoción de desechos. El Instituto de Investigaciones Espaciales está elaborando un instrumento para simular las distancias residuales obtenidas mediante telemetría láser de satélite variando la órbita, el movimiento del objeto o la configuración de los retrorreflectores de esquina cúbicos. Además, mediante el análisis de curvas de luz de un solo fotón, que muestran la luz solar reflejada por satélites o desechos espaciales, se determinan el movimiento y las variaciones de la actitud. Se estableció una amplia base de datos, que caracteriza y mide más de 20 tipos de desechos espaciales. También se investiga la combinación de distintas técnicas (por ejemplo, las de curvas de luz, telemetría láser por satélite, telemetría de los desechos espaciales y radar para obtención de imágenes), que se denomina “fusión de datos (de sensores)”. El Instituto de Investigaciones Espaciales también participa en el diseño, la simulación y la elaboración de conjuntos de sistemas láser e instrumentos de detección para mejorar las actuales estaciones de telemetría láser de satélites o para las nuevas estaciones de telemetría por láser de desechos espaciales.

## **Bolivia (Estado Plurinacional de)**

[Original: español]  
[24 de octubre de 2022]

De acuerdo con las funciones de la Agencia Boliviana Espacial (ABE), establecidas en el Decreto Supremo Núm. 423 de 10 de febrero de 2010, la ABE se encuentra orientada a la provisión de servicios de comunicaciones satelitales y de análisis de imágenes satelitales, por lo que no se encuentra realizando investigaciones sobre los temas a los que se refiere la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Secretaría.

---

<sup>1</sup> Puede consultarse más información sobre la estación de telemetría láser de satélites en el sitio [www.oeaw.ac.at/en/iwf/institute/infrastructure/slr-station](http://www.oeaw.ac.at/en/iwf/institute/infrastructure/slr-station).

## Eslovaquia

[Original: inglés]  
[28 de octubre de 2022]

### **Observaciones con el sensor óptico eslovaco de objetos de posible interés para misiones de remoción activa de desechos y para vigilar las condiciones previas a la reentrada**

El Departamento de Astronomía y Astrofísica, que forma parte de la Facultad de Matemáticas, Física e Informática de la Universidad Comenius de Bratislava, realiza con su telescopio newtoniano de 0,7 m (AGO70) observaciones habituales de objetos en órbita terrestre baja que son de posible interés para misiones de remoción activa de desechos, entre ellos el adaptador Vespa de la Agencia Espacial Europea. Además, meses y semanas antes de su reentrada se han realizado amplias campañas de vigilancia de las propiedades dinámicas y rotacionales de los objetos, a fin de predecir con mayor exactitud el momento de su desintegración.

### **Aplicación de la red eslovaca de investigación sobre meteoritos con tecnología “todo cielo” para el seguimiento de reentradas**

La Facultad de Matemáticas, Física e Informática de la Universidad Comenius estudia la posibilidad de utilizar el sistema de cámaras de su Sistema Automático de Cálculo de Órbita de Meteoritos (AMOS) para mediciones en la reentrada de desechos espaciales. El sistema AMOS se utiliza para la detección automática de meteoritos, la determinación de su órbita y la extracción de espectros. La Universidad Comenius ha construido y utiliza actualmente un total de 23 cámaras del sistema AMOS en todo el mundo, entre ellas varias espectrales, de las cuales 7 están situadas en la República Eslovaca, 3 en las islas Canarias (España), 4 en Chile, 3 en Hawái (Estados Unidos de América), 6 en Australia y 4 instaladas recientemente en Sudáfrica. La red AMOS detecta los eventos de reentrada, lo que permite a la Facultad modelizar las trayectorias de los fragmentos generados en la atmósfera y analizar sus propiedades espectrales. Ese análisis debería servir para mejorar las predicciones sobre la persistencia de los fragmentos, así como de las estimaciones del riesgo para la población en la Tierra.

### **Caracterización de los desechos espaciales mediante fotometría y espectroscopia**

La Facultad de Matemáticas, Física e Informática de la Universidad Comenius está realizando varios estudios sobre la clasificación y caracterización de los desechos generados por objetos espaciales con la finalidad de comprender mejor el origen de los desechos espaciales y los mecanismos que los generan. Se utiliza el telescopio AGO70 para obtener las curvas de luz de los desechos espaciales. Esos datos se usan para determinar las propiedades de reflectancia de los objetos y su tamaño y forma. La Facultad investiga la aplicación de métodos de aprendizaje automático para distinguir objetos en función de sus propiedades de brillo y para clasificar objetos espaciales según su forma y las propiedades de reflectancia de su superficie. Empleando distintos filtros fotométricos de tipo espectral, la Facultad investiga las propiedades de reflectancia de la superficie de los objetos espaciales en función de la longitud de onda, que guarda relación directa con las propiedades de los materiales. Las cámaras espectrales del sistema AMOS se utilizan para obtener destellos especulares de objetos situados en órbita terrestre baja y sus espectros. Los espectros obtenidos reportan información de alta resolución sobre las propiedades de la superficie en función de la longitud de onda.

## India

[Original: inglés]  
[28 de octubre de 2021]

La India está en curso de aprobar oficialmente una política nacional de las actividades espaciales que comprende, entre otras cosas, los requisitos en materia de reducción de los desechos espaciales a fin de garantizar la seguridad y sostenibilidad de las actividades en el espacio ultraterrestre.

La Organización de Investigación Espacial de la India (ISRO) ha iniciado varias actividades de investigación en ámbitos relativos a los desechos espaciales, en particular la modelización de su entorno, el análisis de reentradas, el de la fragmentación y la remoción activa de desechos.

A fin de coordinar la gestión de las actividades orientadas al conocimiento de la situación en el medio espacial y crear instalaciones de observación para dar seguimiento a los objetos espaciales, se estableció el Sistema de Operaciones Seguras y Sostenibles de la ISRO (IS4OM). Ha comenzado la labor para establecer instalaciones de observación destinadas al seguimiento y la vigilancia de objetos espaciales, en particular desechos espaciales, en las órbitas terrestre baja y terrestre geosíncrona, en el marco de la Red de Seguimiento y Análisis de Objetos Espaciales. También se prevé instalar más telescopios ópticos.

Entre otras actividades relacionadas con el conocimiento de la situación en el medio espacial, se creó en el marco del IS4OM un centro de control para el tratamiento de las observaciones realizadas desde diversas instalaciones, a fin de crear un catálogo nacional de desechos espaciales.

La ISRO viene realizando investigaciones para mejorar la predicción de la reentrada de objetos espaciales en la atmósfera, así como ocupándose de la modelización y el análisis de la fragmentación en la reentrada. También participa intensamente en las campañas anuales de predicción de reentradas del Comité Interinstitucional de Coordinación en materia de Desechos Espaciales (IADC). Se impulsan iniciativas orientadas a seguir mejorando las metodologías para evitar colisiones de bienes espaciales con desechos espaciales, a saber, el análisis de situaciones de proximidad entre objetos espaciales y el de los mecanismos de evitación de colisiones en la fase de lanzamiento.

Como miembro del IADC, el Comité de Desechos Espaciales de la International Academy of Astronautics (Academia Internacional de Astronáutica), el Comité Técnico de Gestión del Tráfico Espacial de la International Astronautical Federation (Federación Astronáutica Internacional), el Grupo de Trabajo 7 de la Organización Internacional de Normalización y el Grupo de Trabajo sobre la Sostenibilidad a Largo Plazo de las Actividades en el Espacio Ultraterrestre de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, la ISRO contribuye activamente a diversas actividades y estudios internacionales relativos a los desechos espaciales.

Actualmente la ISRO no tiene ningún objeto espacial propulsado con energía nuclear que pueda suponer una amenaza para la seguridad en el espacio ultraterrestre. En caso de que se planifique utilizar un objeto de ese tipo en cualquier misión futura, la ISRO tendrá en cuenta las cuestiones de seguridad, ciñéndose a las directrices aceptadas internacionalmente.

## Italia

[Original: inglés]  
[2 de noviembre de 2022]

Las sinergias existentes en el estudio de los riesgos que suponen los objetos espaciales naturales y artificiales se han reforzado más que nunca en 2022. Los



círculos científicos y tecnológicos italianos han acumulado vastos conocimientos técnicos sobre ambos tipos de riesgos, como demuestra su intensa participación en varias iniciativas nacionales e internacionales importantes, que se reflejan en lo siguiente:

- a) avances en la construcción e instalación de los telescopios “Flyeye”, destinados a la vigilancia de los objetos cercanos a la Tierra y los desechos espaciales;
- b) la participación en la labor del consorcio Vigilancia y Seguimiento Espacial de la Unión Europea (EU SST) y la firma del correspondiente acuerdo de asociación, con el objeto de alcanzar un alto grado de autonomía en la vigilancia de los desechos espaciales;
- c) la coordinación de iniciativas de investigación y desarrollo a nivel nacional e internacional;
- d) el cumplimiento de la misión LICIAcube (Light Italian Cubesat for Imaging of Asteroids) al asteroide binario Didymos.

El telescopio Flyeye es un sensor gran angular de alta sensibilidad con un campo de visión sin precedentes, concebido conjuntamente en Italia por instituciones de investigación y la industria. Una red de telescopios Flyeye puede observar todo el cielo nocturno visible y por ello resultar sumamente eficaz en la detección oportuna de “impactores inminentes” (asteroides de 50 metros que estén en vías de chocar con nuestro planeta), así como en la vigilancia de la órbita terrestre media, donde residen las constelaciones de satélites de navegación, y la zona por encima de los 1.500 km de altitud. El primer telescopio Flyeye se construyó en colaboración con la Agencia Espacial Europea para fines de defensa planetaria, y se instalará próximamente, en su etapa de puesta en servicio y verificación científica, en el Centro de Geodesia Espacial de la Agencia Espacial Italiana (ASI), ubicado en Matera (Italia). La ASI impulsó en 2022 una iniciativa paralela para la adquisición de cuatro telescopios Flyeye que se utilizarían en la observación de los desechos espaciales.

En el marco del consorcio EU SST, Italia presta servicios relativos a la reentrada y la fragmentación. En 2022, esa actividad operacional posibilitó el seguimiento estrecho de los eventos más importantes relacionados con reentradas no controladas (en coordinación con el Departamento de Protección Civil de Italia) y con fragmentaciones en órbita.

Italia participa intensamente en dos proyectos de investigación y desarrollo de la Unión Europea.

El proyecto NEOROCKS (Near-Earth Object Rapid Observation, Characterization and Key Simulations), dirigido por el Instituto Nacional de Astrofísica de Italia, se ocupa de la caracterización física de los objetos cercanos a la Tierra, cuyo conocimiento es decisivo para evaluar la gravedad del impacto de un asteroide. Se han realizado extensas campañas de observación con telescopios de gran apertura, se creó una base de datos detallada de las propiedades físicas de los objetos cercanos a la Tierra y se realizó satisfactoriamente un experimento de respuesta rápida en todas sus etapas, desde la detección hasta el seguimiento astrométrico y la caracterización física de un objeto recién descubierto.

En noviembre de 2022, el proyecto Space Debris and Asteroid Research Network (Stardust) organizó la segunda Conferencia Internacional Stardust, para dar a conocer sus métodos y resultados y presentar a los participantes, en particular los investigadores noveles, la intensa investigación que se realiza en el mundo sobre los desechos espaciales y los asteroides.

Los problemas de los objetos cercanos a la Tierra y los desechos espaciales crean la misma necesidad de utilizar los métodos avanzados de la mecánica celeste. A ese respecto, especialistas italianos en mecánica celeste han participado al más alto nivel en muchas reuniones organizadas durante el año sobre muy diversos temas, desde los aspectos puramente teóricos hasta las aplicaciones espaciales. Cabe mencionar el Octavo Encuentro Internacional de Mecánica Celeste, organizado por la Universidad

de Roma Tor Vergata, el Curso Práctico Internacional sobre Movimiento Coorbital (COOMOT) celebrado en Milán, (Italia) en el Instituto de Matemática Aplicada y Tecnologías de la Información “Enrico Magenes” del Consejo Nacional de Investigación de Italia, y el Curso de Verano Núm. 14 sobre Teoría y Aplicaciones de la Mecánica Celeste (CELTA)-Cortina, acogido por la Universidad de las Tierras Altas e Islas (University of the Highlands and Islands) de Escocia (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte). En todos los casos hubo participación entusiasta de una nueva generación de estudiantes cualificados e investigadores jóvenes.

Por último, se obtuvo un resultado excepcional, gracias a la estrecha colaboración entre los científicos e industriales italianos, coordinada por la ASI. El 11 de septiembre de 2022 el satélite LICIAcube se separó del vehículo espacial de la misión DART (Ensayo de Reorientación de un Asteroide Binario) de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) de los Estados Unidos de América, cuyo objetivo era impactar contra Dimorphos, el satélite de 140 metros del asteroide Didymos, para realizar el primer experimento de desviación de un asteroide en la historia. Todos los subsistemas de LICIAcube funcionaron correctamente, y el 26 de septiembre de 2022 esa sonda italiana obtuvo imágenes del penacho generado por el impacto del vehículo DART, reportando en ello datos únicos para profundizar los conocimientos sobre la composición y estructura interna del asteroide y modelizar la dinámica de impacto de un pequeño cuerpo celeste.

## Japón

[Original: inglés]  
[20 de octubre de 2022]

## Sinopsis

En el presente informe se exponen las actividades relativas a los desechos espaciales realizadas principalmente por el Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón (JAXA), en cumplimiento de lo solicitado por la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Secretaría.

Desde octubre de 2022 se vienen realizando las siguientes actividades de investigación y desarrollo relacionadas con los desechos:

- a) remoción activa de desechos;
- b) obtención de resultados de las maniobras de evitación de colisiones con desechos e investigación sobre tecnología esencial para conocer la situación en el medio espacial;
- c) investigaciones en el ámbito de la tecnología para observar objetos en la órbita terrestre baja y en la órbita geoestacionaria (órbita terrestre geosíncrona) y determinar sus órbitas;
- d) sistema de medición *in situ* de microdesechos;
- e) creación de un tanque de propulsante de material compuesto;
- f) observación de los desechos espaciales mediante telemetría láser de satélites y construcción de un reflector de uso general para telemetría láser de satélites.

Las secciones siguientes contienen más información.

## Situación

### Remoción activa de desechos

El JAXA ha organizado y estructurado un programa de investigación cuyo objetivo es realizar misiones de bajo costo para la remoción activa de desechos. La investigación y el desarrollo de tecnología clave en ese ámbito se centran en tres cuestiones principales: los encuentros espaciales con blancos no cooperantes; la tecnología para capturar blancos no cooperantes; y la tecnología para retirar de órbita desechos espaciales intactos de gran tamaño. En la actualidad el JAXA coopera con empresas privadas japonesas en la búsqueda de soluciones comerciales de bajo costo para la remoción activa de desechos, y realiza para ello una labor orientada a crear las tecnologías indispensables.

Además, el JAXA dirige un programa de demostración de sistemas comerciales de remoción de desechos (CRD2). Ese programa consta de dos etapas y su objetivo es realizar una misión de remoción activa de desechos en asociación con empresas privadas. En la primera etapa y en el marco del ejercicio económico japonés de 2022, se prevé la demostración de tecnologías clave, como los encuentros espaciales con blancos no cooperantes, la operación de proximidad y la inspección de la segunda etapa del vehículo H-IIA. En la segunda etapa, prevista para después del ejercicio económico japonés de 2025, se demostrarán actividades de remoción activa de desechos y la reentrada de la segunda etapa del H-IIA. Mediante licitación celebrada en febrero de 2020 se eligió a Astroscale Japan Inc. como empresa asociada en la primera etapa.

### Obtención de resultados de las maniobras de evitación de colisiones con desechos e investigación sobre tecnología esencial para conocer la situación en el medio espacial

El JAXA recibe regularmente notificaciones de conjunciones del Centro Conjunto de Operaciones Espaciales. En 2021 ejecutó dos maniobras para evitar colisiones de vehículos espaciales con desechos en la órbita terrestre baja. En su calidad de entidad explotadora de satélites, el JAXA reconoce que el riesgo de conjunción que suponen los desechos espaciales sigue siendo elevado, porque el medio espacial se deteriora año tras año.

#### *Tecnología esencial para conocer la situación en el medio espacial*

El JAXA creó un nuevo sistema para el conocimiento de la situación en el medio espacial, que se encuentra en etapa de ensayo para comprobar su rendimiento antes de que entre en pleno funcionamiento en abril de 2023. Ese sistema consta de lo siguiente:

- a) radar: el JAXA construyó un nuevo radar para su uso en la órbita terrestre baja, que puede observar objetos de clase 10 cm a una altitud de 650 km;
- b) telescopio: el JAXA renovó sus telescopios de 1 m y de 50 cm para aumentar su capacidad de observación de los desechos espaciales en órbitas altas, incluida la órbita geoestacionaria;
- c) sistema de análisis: el JAXA creó un nuevo sistema para analizar los datos de observación de las instalaciones de radar y telescopio, que luego se utilizan para evaluar los riesgos y elaborar planes de evitación de colisiones en los casos en que los desechos espaciales se acerquen a sus satélites.

Además, el JAXA elaboró un instrumento para apoyar la planificación de maniobras de evitación de colisiones con desechos tras recibirse un mensaje de datos sobre conjunción del Centro Conjunto de Operaciones Espaciales, y en marzo de 2021 lo puso gratuitamente a disposición de las entidades explotadoras de satélites en su sitio web.

Se prevé que ese instrumento simplificará el procedimiento para realizar maniobras de evitación de desechos y reducirá el volumen de trabajo correspondiente. El JAXA seguirá realizando esa actividad.

### **Investigaciones en el ámbito de la tecnología para observar objetos en la órbita terrestre baja y en la órbita geoestacionaria (órbita terrestre geosíncrona) y determinar sus órbitas**

La observación de los objetos en órbita terrestre baja se realiza principalmente con el sistema de radares; sin embargo, el JAXA ha venido ocupándose de crear un sistema óptico, para reducir los gastos de construcción y explotación. Se elaboró un sensor complementario de semiconductores de óxido metálico (CMOS) de gran tamaño para la observación de la órbita terrestre baja. El análisis de los datos de ese sensor mediante tecnologías de procesamiento de imágenes basadas en una matriz de puertas lógicas programable *in situ* permite detectar objetos de 10 cm de tamaño o más pequeños en esa región orbital. Para aumentar las posibilidades de observación de objetos en las órbitas terrestre baja y geosíncrona se establecieron dos centros de teleobservación en Australia, que se suman al observatorio de Monte Nyukasa en el Japón: uno en el Observatorio Zadko de Australia Occidental y otro en una instalación con cuatro telescopios de 18 cm del Observatorio Siding Spring, en Nueva Gales del Sur. Dichos centros de observación permitirán usar los datos obtenidos de los dos emplazamientos de Australia para realizar con precisión determinaciones de órbitas y estimaciones de altitud de objetos en órbita terrestre baja.

### **Sistema de medición *in situ* de microdesechos**

El dispositivo de vigilancia de desechos espaciales consiste en un sensor de microdesechos *in situ*, centrado en los desechos en órbita de tamaño micrométrico a milimétrico. El vuelo más reciente fue realizado por el vehículo de transferencia H-II Kounotori-5 (HTV-5). La información basada en las mediciones reales de esos desechos pequeños es indispensable para calcular correctamente la gran cantidad de ellos que orbitan cerca de la Tierra, en particular porque vienen convirtiéndose en uno de los principales factores de riesgo en órbita.

Las características únicas del dispositivo de vigilancia de desechos son su sencillo sistema de detección, que no necesita calibración especial antes del vuelo, y la posibilidad de colaborar fácilmente con otros sensores. El dispositivo tiene una parte destinada a la detección de desechos y otras en las que se encuentran los circuitos. La parte dedicada a la detección es una película de poliimida muy fina con una rejilla conductora hecha de miles de líneas de 50  $\mu\text{m}$  de ancho, capaces de detectar desechos de entre 100  $\mu\text{m}$  y algunos milímetros de diámetro que choquen contra ella.

El JAXA colabora con la Oficina del Programa de Desechos Orbitales de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) de los Estados Unidos de América para crear un nuevo sistema de medición de microdesechos *in situ*, a fin de determinar la cantidad de desechos pequeños que orbitan a menos de 1.000 km de altitud. En el marco de la colaboración entre la NASA y el JAXA se realiza una serie de ensayos de impacto a hipervelocidad utilizando un modelo de laboratorio.

### **Creación de un tanque de propulsante de material compuesto**

Los tanques de propulsante se fabrican normalmente con aleaciones de titanio, que son mejores por su poco peso y su compatibilidad química con los propulsores. Sin embargo, el punto de fusión de dichas aleaciones es tan elevado que esos tanques no se desintegrarían durante su reentrada en la atmósfera y crearían un riesgo para las personas en la Tierra.

Durante años el JAXA realizó investigaciones orientadas a construir un tanque revestido de aluminio y recubierto de un compuesto de carbono con temperatura de fusión más baja. Para estudiar su viabilidad, el JAXA realizó pruebas elementales, por ejemplo, de compatibilidad del revestimiento de aluminio con el propulsante hidracina, y un ensayo de calentamiento por arco.

Una vez construido y probado el modelo técnico de un tanque EM-1 más corto, el JAXA construyó un tanque EM-2 de tamaño normal. El tanque EM-2 tiene la misma forma del tanque de capacidad normal, que tiene un dispositivo de control del propulsante. El EM-2 se sometió a ensayos de presión de prueba, de vibración (en condiciones húmedas y secas), de fugas externas, de ciclos de presión y de presión de estallido, todos ellos con buenos resultados. A continuación se dio por terminado satisfactoriamente el examen crítico del diseño.

Este tanque de propulsante recubierto de un compuesto tiene un plazo de entrega más breve y un costo menor que los de titanio. Se está efectuando una evaluación experimental y analítica de su capacidad de desintegración durante su reentrada en la atmósfera.

### **Observación de los desechos espaciales mediante telemetría láser de satélites y construcción de un reflector de uso general para telemetría láser de satélites**

El JAXA ha ido centrándose en la telemetría láser de satélites como tercer método de observación de los desechos espaciales después de la basada en el radar y en telescopios.

Se prevé que la estación de telemetría láser por satélite de Tsukuba comenzará a funcionar en abril de 2023.

En los últimos años se ha hecho cada vez más importante aumentar la visibilidad de los objetos en órbita. El JAXA construyó un reflector asequible y compacto de telemetría láser por satélite (llamado Mt.FUJI) que puede utilizarse universalmente en la órbita baja de la Tierra. El JAXA promoverá su aplicación a nivel internacional para aumentar la rastreabilidad de los objetos en órbita, contribuyendo de ese modo a la utilización sostenible del espacio ultraterrestre.

## **México**

[Original: español]  
[28 de octubre de 2022]

La cantidad de basura espacial en órbita sigue creciendo, debido a los nuevos lanzamientos y a las fragmentaciones de los objetos existentes, y la gran mayoría de los desechos orbitales potencialmente dañinos no son objeto de un seguimiento regular. Aunque el cumplimiento de las directrices existentes para la reducción de los desechos espaciales ha mejorado un poco, los índices actuales (entre el 40 % y el 60 %, según el régimen orbital) están lejos de lo necesario para evitar el crecimiento continuo de las colisiones entre desechos.

El creciente número de satélites pequeños, la reducción de la vida útil de los satélites y la posibilidad de crear grandes constelaciones comerciales de miles de satélites plantean nuevos retos. Al mismo tiempo, el aumento de las opciones de conocimiento de la situación del espacio comerciales, el servicio en órbita de los satélites y la eliminación activa de los desechos podrían proporcionar algunos beneficios, aunque estas actividades también crean desafíos políticos y jurídicos propios.

México apoyó la iniciativa del Canadá, Alemania y Chequia de crear un compendio de acciones para mitigar estos desechos, presentada como una contribución al programa del 53<sup>er</sup> período de sesiones de la Subcomisión de Asuntos Jurídicos de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, y que constituye el primer documento con información directa de los Estados Miembros sobre sus medidas de regulación para la reducción y eliminación de los desechos espaciales<sup>2</sup>.

En México ya han caído desechos espaciales, sin causar daños a personas hasta el momento; esto ha sido un gran riesgo, y la Agencia Espacial Mexicana (AEM) ha

<sup>2</sup> [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/space-debris/compendium.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/space-debris/compendium.html).

comenzado a trabajar en ello. En Mahahual, Quintana Roo, se ha registrado la más reciente caída de basura espacial; esto ocurrió el 25 de abril de 2016, y dichos restos son parte de la nave espacial rusa “Soyuz-2-1A”. Ese mismo año y en el mismo sitio se encontraron fragmentos de la nave espacial europea Ariane 5, y gracias a la Unidad Estatal de Protección Civil de Quintana Roo y a los mismos habitantes del lugar se pudieron tomar las medidas necesarias<sup>3</sup>.

La caída de basura espacial en México es una realidad, como lo es en todo el mundo, por lo que se debe buscar una solución para esta situación, antes de que se produzcan consecuencias graves.

Por lo anterior, y dada la importancia del tema, a través de la AEM México ha iniciado gestiones para formar parte del Comité Interinstitucional de Coordinación en materia de Desechos Espaciales (IADC), y coordinar a nivel nacional las actividades relacionadas con los problemas de los desechos espaciales.

Con el ánimo de coordinar a nivel nacional la experiencia de México, las universidades públicas y privadas se han dado a la tarea de desarrollar modelos para la identificación de desechos y el monitoreo de desechos espaciales y daños satelitales a través de observatorios, a fin de garantizar la seguridad de la infraestructura espacial, así como las actividades, las investigaciones y los métodos que hayan resultado eficaces para reducir la generación de desechos espaciales.

Una de esas actividades es la reciente Misión Colibrí, un proyecto universitario cuyo objetivo es ayudar a reducir la basura espacial mediante un satélite Cubesat capaz de localizar, con coordenadas exactas, la posición de la basura espacial, lo que se complementará con una serie de modelos que mezclan la gravedad, la atmósfera, la velocidad y muchas otras variables<sup>4</sup>.

El satélite de la Misión Colibrí permanecerá en órbita durante un año. Actualmente se encuentra en la fase de diseño, en que ya se elaboró la definición técnica de la misión, y ahora se encuentra en proceso de implementación.

Finalmente, en el anexo figura un cuadro indicativo con las principales actividades e investigaciones que realizan universidades públicas y privadas en México en materia de desechos espaciales.

## Myanmar

[Original: inglés]  
[20 de octubre de 2022]

En su calidad de Estado asistente a la serie de sesiones de alto nivel de UNISPACE+50 celebrada los días 20 y 21 de junio de 2018, se felicitó y destacó a Myanmar por su participación en el histórico aniversario de la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, que fue respaldada por la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre. Myanmar seguirá siendo miembro de la comunidad espacial internacional, con el objetivo de reforzar la utilización del espacio para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Como país en desarrollo, el Gobierno de la República de la Unión de Myanmar ha formulado un programa espacial orientado a cumplir la aspiración de lanzar un satélite nacional y adquirir el control de los sistemas nacionales estratégicos de comunicaciones y radiodifusión. En la explotación de su sistema de satélites, Myanmar asignará importancia a las ciencias, la tecnología, el derecho y la política espaciales en beneficio de la comunidad regional y multirregional, y también

<sup>3</sup> Puede consultarse más información sobre ese incidente en la página <https://elquintanaroo.mx/cae-basura-espacial-en-mahahual> (en español).

<sup>4</sup> Puede consultarse más información sobre la Misión Colibrí en <https://colibrimission.com>.

contribuirá al éxito de iniciativas mundiales como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Como el proyecto del satélite nacional está en fase de planificación, Myanmar no ha tenido que ocuparse de cuestiones relativas a los desechos espaciales, las fuentes de energía nuclear ni los problemas conexos. Aunque Myanmar aún no ha examinado la posibilidad de realizar investigaciones sobre estos asuntos, se centrará en la cooperación con la comunidad y las organizaciones internacionales para elaborar y aplicar medidas de reducción de los desechos espaciales, porque considera importante garantizar un medio espacial seguro y pacífico mientras desarrolla su sistema propio de satélites.

## México: universidades públicas y privadas que realizan actividades e investigaciones relativas a los desechos espaciales en México

### Universidades públicas

Proyectos u observatorios afiliados al proyecto de la Red Científica Internacional de Observación Óptica (ISON):

La Red Científica Internacional de Observación Óptica (ISON) es un proyecto internacional, que actualmente consta de 30 telescopios instalados en 20 observatorios de distintos países, que se utilizan para detectar, vigilar y rastrear objetos en el espacio. El proyecto está presente en 50 países y emplea a unos 200 investigadores.

<i>Universidad o centro de investigación</i>	<i>Nombre del instituto</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Persona responsable</i>	<i>Descripción del proyecto</i>	<i>Observaciones</i>
Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas (FCFM)	Observatorio Internacional de Monitoreo de Basura Espacial – Proyecto ISON	Enrique Pérez León	El proyecto ISON, con el apoyo del Observatorio de la UANL, está encargado de crear una red de observación espacial para la vigilancia de la basura espacial, los asteroides e incluso los estallidos de rayos gamma, para ayudar a entender las condiciones iniciales del universo.	El Observatorio de la UANL fue inaugurado el 7 de marzo de 2017 y continúa en funcionamiento hasta la fecha.  Actualmente el Observatorio de la UANL forma parte del programa de Maestría en Astrofísica de la FCFM y apoya la investigación.
<a href="https://www.milenio.com/cultura/inauguran-observatorio-uanl-monitorear-clima-espacial">https://www.milenio.com/cultura/inauguran-observatorio-uanl-monitorear-clima-espacial</a>					
Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)	Centro de Astronomía (CA)	Observatorio Astronómico de la UAS – Proyecto ISON	Tatiana Nikolaevna Kokina Yurova	El proyecto ISON, con el apoyo del Observatorio Astronómico de la UAS, está encargado de crear una red de observación espacial para vigilar la basura tecnológica espacial y los asteroides cercanos a la Tierra y para la obtención de imágenes y el análisis de información.	El observatorio de la UAS fue inaugurado el 3 de mayo de 2012 y continúa en funcionamiento hasta la fecha.  En el caso de la UAS, la investigación y el análisis de los datos de vigilancia se realizan en colaboración con el Instituto Kéldysh de Matemáticas Aplicadas de la Academia de Ciencias de la Federación de Rusia.
<a href="http://reserva.uas.edu.mx/index.php?p=2">http://reserva.uas.edu.mx/index.php?p=2</a> <a href="https://www.noroeste.com.mx/buen-vivir/detecta-observatorio-de-la-uas-basura-espacial-KANO451478">https://www.noroeste.com.mx/buen-vivir/detecta-observatorio-de-la-uas-basura-espacial-KANO451478</a> <a href="https://direcciondecomunicacion.unison.mx/presentan-monitoreo-de-basura-espacial-en-aniversario-del-area-de-astronomia-del-difus/">https://direcciondecomunicacion.unison.mx/presentan-monitoreo-de-basura-espacial-en-aniversario-del-area-de-astronomia-del-difus/</a>					



### Proyectos con otras afiliaciones

<i>Universidad o centro de investigación</i>	<i>Nombre del instituto</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Persona responsable</i>	<i>Descripción del proyecto</i>	<i>Observaciones</i>
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	Instituto de Astronomía (IA) y Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas (FCFM)	Programa Universitario para el Desarrollo de la Astrofísica y el Espacio – Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir (OAN-SPM)	Eduardo Pérez Tijerina	El Observatorio participará en el Programa Estatal de Turismo Científico, en el que realizará actividades de observación astronómica guiada. Por otra parte, en el marco del Proyecto del Programa Universitario en colaboración internacional continuará participando en el monitoreo de basura espacial y estallidos de rayos gamma, así como en la vigilancia del clima espacial.	El Observatorio OAN-SPM fue inaugurado recientemente, en 2020, en plena pandemia de COVID-19.  El observatorio es el laboratorio para los estudiantes de Licenciatura en Física con Orientación a la Astronomía, y los del programa de Maestría en Astrofísica Planetaria y Tecnologías Afines, lo que se ajusta a las normas de excelencia del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).
<p><a href="https://puntou.uanl.mx/noti-u/abriria-en-julio-observatorio-astronomico-universitario-uanl/">https://puntou.uanl.mx/noti-u/abriria-en-julio-observatorio-astronomico-universitario-uanl/</a>  <a href="https://www.astrossp.unam.mx/es/">https://www.astrossp.unam.mx/es/</a>  <a href="https://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2014/PDF/7.2-IA.pdf">https://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2014/PDF/7.2-IA.pdf</a></p>					

### Proyectos anteriores

<i>Universidad o centro de investigación</i>	<i>Nombre del instituto</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Persona responsable</i>	<i>Descripción del proyecto</i>	<i>Observaciones</i>
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Centro de Alta Tecnología (CAT) y Facultad de Ingeniería (FI), Campus Juriquilla, Querétaro	Estrategias para reducir la basura espacial	Saúl Santillán Gutiérrez	Actividades de investigación y elaboración de estrategias orientadas a reducir la basura espacial, abordando temas como la detección de partículas espaciales, el desarrollo de modelos matemáticos de generación de desechos, las mediciones y los planes de protección.	Las actividades de investigación y elaboración de estrategias se iniciaron en 2013, y se desconoce si prosiguen actualmente.  El equipo de investigación estaba integrado por investigadores y estudiantes de posgrado y de las licenciaturas en Tecnología e Ingeniería.
<p><a href="http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_129.html">www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_129.html</a>  <a href="http://www.zonacentronoticias.com/2013/02/desarrollan-en-la-unam-estrategias-para-reducir-la-basura-espacial/">www.zonacentronoticias.com/2013/02/desarrollan-en-la-unam-estrategias-para-reducir-la-basura-espacial/</a>  <a href="http://www.equilibriummedicinatural.com/a-limpiar-el-espacio-sideral/">www.equilibriummedicinatural.com/a-limpiar-el-espacio-sideral/</a></p>					

### Proyectos centrados en la investigación y la divulgación (actuales)

<i>Universidad o centro de investigación</i>	<i>Nombre del instituto</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Persona responsable</i>	<i>Descripción del proyecto</i>	<i>Observaciones</i>
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) y Asociación Aeroespacial de la ESIME Ticomán (AAET)	Investigación y divulgación en general sobre basura espacial	n. d.	El IPN, a través de la unidad de la ESIME en Ticomán, fundó la Asociación Aeroespacial de la ESIME Ticomán (AAET), que tiene entre sus metas realizar investigaciones sobre asuntos como la basura espacial y frecuentemente publica artículos sobre ese tema, difundiendo la información en el Instituto y a la sociedad en general.	Desde la inauguración de la AAET se comenzó a elaborar y divulgar información sobre la basura espacial y otros temas.  Actualmente no tiene un proyecto como tal establecido en la zona, ya que se encuentra en proceso de crecimiento.
				<a href="http://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/stsc/2020/statements/2020-02-05-PM-Item08-04-MexicoS.pdf">www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/stsc/2020/statements/2020-02-05-PM-Item08-04-MexicoS.pdf</a> <a href="http://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/ActividadesCulturales/NocheEstrellas/BasuraEspacial.pdf">www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/ActividadesCulturales/NocheEstrellas/BasuraEspacial.pdf</a>	
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Instituto de Astronomía (IA)	Investigación y divulgación en general sobre basura espacial	n. d.	El Instituto de Astronomía tiene entre sus objetivos realizar investigaciones sobre astrofísica y elaborar instrumentación astronómica. El IA realiza también actividades de difusión y divulgación de la astronomía y de la ciencia en general. Además, difunde información sobre la basura espacial (véanse los enlaces siguientes).	Desde su creación el IA ha realizado investigaciones sobre el espacio, contribuyendo a la divulgación científica mediante <i>¿Cómo ves? – Revista de Divulgación de la Ciencia</i> de la UNAM.  Su objetivo es formar recursos humanos de alta calidad en los niveles de licenciatura, maestría y doctorado.
				<a href="http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/170/basura-espacial">www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/170/basura-espacial</a> <a href="http://www.comoves.unam.mx/numeros/retos/261">www.comoves.unam.mx/numeros/retos/261</a>	

## Universidades privadas

<i>Universidad o centro de investigación</i>	<i>Nombre del instituto</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Persona responsable</i>	<i>Descripción del proyecto</i>	<i>Observaciones</i>
Universidad Panamericana (UP)	Facultad de Ingeniería, Campus de Aguascalientes y de Ciudad de México	Proyecto “Misión Colibrí” (Nanosatélite Pakal – CubeSat)	Liderado por el mismo grupo de estudiantes señalado en las observaciones (el segundo enlace contiene información sobre los líderes de cada área de la estructura del proyecto).	El proyecto del nanosatélite Pakal – CubeSat es capaz de obtener mediciones de la densidad atmosférica en la órbita baja de la Tierra, para estudiar fenómenos atmosféricos y contribuir globalmente a la solución del problema de la basura espacial.	El proyecto “Misión Colibrí” fue inaugurado en 2018 y actualmente continúa en ejecución.  El proyecto cuenta con la participación de más de 50 alumnos de distintas carreras de la UP, y se ejecuta en colaboración con el Laboratorio de Propulsión Espacial del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), con lo cual pasó a formar parte del programa de iniciativas internacionales de ciencia y tecnología (MISTI) de ese Instituto.
<p><a href="http://www.sinembargo.mx/04-07-2021/3994408">www.sinembargo.mx/04-07-2021/3994408</a>  <a href="http://www.colibrimission.com/">www.colibrimission.com/</a></p>					