



CAPÍTULO V

PROGRAMAS ESPACIALES DE EUROPA, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA, FEDERACIÓN RUSA Y REPÚBLICA POPULAR CHINA*

*Carlos Enrique Álvarez Calderón
CR. Robert Santiago Quiroga Cruz*

* Este Capítulo del Libro hace parte del Proyecto de Investigación de la Maestría en Seguridad y Defensa Nacionales, titulada "Desafíos y Nuevos Escenarios de la Seguridad Multidimensional en el Contexto Nacional, Regional y Hemisférico en el Decenio 2015-2025", el cual hace parte del Grupo de Investigación Centro de Gravedad de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", reconocido y categorizado en (A1) por COLCIENCIAS, con el código COL0104976.

1. Introducción

El desarrollo espacial se ha convertido en uno de los más desafiantes campos en tecnología, por medio del cual se genera un enorme progreso en los Estados que la dominan, no solo considerando los beneficios tecnológicos directos, sino también los que provee en materia económica, social, científica y militar. Es por esta razón que las estrategias de desarrollo y visión de largo plazo de los países catalogados como potencias mundiales, consideran la capacidad de acceso y garantía de uso del espacio, como actividades vitales que deben preservar, garantizar y mejorar.

En atención al ferviente enfoque global en actividades espaciales y la inclusión de estas, o de sus productos o servicios derivados en la actual rutina la sociedad, en este capítulo se detallarán los programas espaciales de actores de talla mundial como Europa, Estados Unidos de América, la Federación Rusa y la República Popular de China; dando a conocer sus antecedentes, políticas, planes estratégicos, programas, proyectos, actividades de cooperación internacional e intereses futuros espaciales; así como las entidades comúnmente conocidas como Agencias Espaciales, encargadas de liderar cada uno de estos programas espaciales.

Es importante mencionar que se consideró a Europa como un actor único dentro del ecosistema espacial mundial, al nivel de los Estados Unidos de América, la Federación Rusa y la República Popular de China, aun cuando este no representa los intereses de un solo Estado, sino por el contrario, soporta su estrategia espacial en beneficio de 22 países del mencionado continente; sin indicar esto que cada uno de los Estados miembros no desarrolle actividades espaciales relevantes; más para el presente capítulo, tan solo se incluyeron los avances en materia espacial de la comunidad de países que en adelante se denominará Europa.

2. Europa

2.1. Agencia Espacial Europea

La Agencia Espacial Europea es la puerta al espacio de Europa; es una organización internacional con 22 países miembros, que coordina y administra todos los recursos financieros e intelectuales, y emprende programas y actividades de beneficio común, más allá de cualquier enfoque individual. Su misión es integrar el desarrollo de la capacidad espacial europea y garantizar la continuidad de las inversiones en el espacio exterior para beneficio de los ciudadanos europeos y del mundo.

Los 22 Estados miembros que conforman la Agencia Espacial Europea son: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Polonia, Portugal, Rumanía, Suecia, Suiza, Reino Unido y República Checa. Eslovenia es un miembro asociado y Canadá hace parte de algunos proyectos bajo acuerdos de cooperación espacial internacional. Por otra parte, Bulgaria, Chipre, Croacia, Eslovaquia, Malta, Letonia y Lituania tienen acuerdos de cooperación con la Agencia Espacial Europea.

La Agencia Espacial Europea se encarga de planear y administrar el Programa Espacial Europeo. Este programa está diseñado con el fin de generar conocimiento acerca de la Tierra, el medio ambiente espacial, el Sistema Solar y el Universo; así mismo desarrolla tecnologías y servicios basados en satélites y promueve las industrias espaciales europeas. Para cumplir estos objetivos, la Agencia Espacial Europea (ESA por sus siglas en inglés), trabaja de manera conjunta con organizaciones y programas de cooperación espacial internacional.

Esta entidad emplea alrededor de 2.200 personas de todos sus Estados miembros, incluyendo científicos, ingenieros, especialistas en información tecnológica y personal administrativo. Tiene sus oficinas principales en París, Francia, desde donde se planea y emiten las políticas, programas y proyectos; de igual manera posee oficinas y representaciones en varios países europeos, cada una de las cuales tiene asignadas diferentes responsabilidades. En Colonia (Alemania), está ubicado el Centro de Astronautas Europeo; en Villanueva de la Cañada (España), el Centro Astronómico Espacial Europeo; en Darmstadt (Alemania), el Centro de Operaciones Espaciales Europeo; en Frascati (cerca de Roma en Italia), el Centro para la Observación de la Tierra; en Noordwijk (Holanda), el Centro de Tecnología e Investigaciones Espaciales Europeo; y en Harwell (en Oxfordshire, Reino Unido), el Centro de Estudios de Seguridad Espacial Europeo. La ESA también tiene oficinas de enlace en Bélgica, Estados Unidos y Rusia,

un Centro Espacial en la Guyana Francesa y estaciones terrestres satelitales de monitoreo en diferentes lugares del mundo.

La ESA recibe contribuciones financieras de las Agencias Espaciales de sus países miembros, las cuales se calculan de acuerdo con el Producto Nacional Bruto (PNB) de cada país y generan el presupuesto para el Programa de Ciencia Espacial. Mediante contribuciones adicionales, se conduce un número de programas espaciales opcionales, en los cuales cada país miembro decide su participación y presupuesto. El presupuesto de la ESA para 2019 fue de \$5.72 billones de euros; cabe anotar que este presupuesto retorna de manera geográfica en inversión a cada uno de los países miembros, a través de contratos industriales para programas espaciales en cantidades equivalentes a la contribución de cada Estado (Communication Department, 2019).

2.2. Programa de Observación de la Tierra

Las misiones de exploración de la Tierra están diseñadas para mejorar el entendimiento del planeta y las interacciones entre la atmósfera, la biósfera, la hidrósfera, la criósfera y el interior de la Tierra, lo cual es esencial para comprender cómo trabaja el planeta de manera sistémica. De esta manera se responden preguntas científicas que ayudan a predecir los efectos del cambio climático, así como interrogantes asociados a los desafíos que la humanidad enfrentará en las próximas décadas. Se espera que estas misiones sobrepasen los objetivos para los cuales fueron diseñadas, generando una multitud de datos que mejorarán la vida de la humanidad.

En este sentido, las misiones Sentinel están desarrolladas específicamente para el Programa Copérnico de la Unión Europea, considerado el programa de monitoreo medioambiental más grande del mundo. Este programa provee importante información para un amplio rango de aplicaciones prácticas, generando un cambio en la visión de la administración del medio ambiente, del entendimiento y manejo de los efectos del cambio climático, así como del cuidado de la vida en el diario vivir. Cada misión Sentinel está compuesta por tecnología que adquiere un tipo de imágenes específicas para satisfacer las necesidades del Programa Copérnico; estos datos son de uso gratuito y abierto para todos los usuarios a nivel mundial, lo cual no sólo facilita la tarea esencial de monitoreo del medio ambiente, sino también ayuda a fomentar el desarrollo de oportunidades de negocio y nuevos empleos.

Gracias al Programa Copérnico, se pueden generar beneficios sociales y económicos. Por ejemplo, un pronóstico meteorológico preciso permite tomar decisiones acertadas en agricultura, mantenimiento de infraestructuras mayores, tránsito aéreo y

marítimo, o simplemente para planear las actividades diarias. Sumado a esto y derivado de la cooperación entre la ESA y Eumetsat, Europa cuenta con una flota de satélites meteorológicos, tanto en órbita geoestacionaria como en órbitas polares, que proveen información esencial para generar pronósticos meteorológicos; esta misma información es usada para entender el cambio climático (European Space Agency, 2019).

Adicionalmente, la ESA desarrolla proyectos como la “Iniciativa de Cambio Climático” y el “Capítulo Internacional de Espacio y Desastres Mayores”. Con relación a la Iniciativa de Cambio Climático, hace un completo uso de los activos espaciales para generar una fuente de datos masivos de largo plazo que analiza indicadores clave sobre este tema; estas variables climáticas esenciales proveen una poderosa herramienta para monitorear y predecir los efectos del mismo. Por su parte, el Capítulo Internacional de Espacio y Desastres Mayores provee un rápido acceso a los datos satelitales para ayudar a las autoridades en la administración de desastres cuando estos ocurren.

2.3. Programa de Exploración Espacial Humana y Robótica

En cuanto a la exploración espacial y robótica, Europa tiene como objetivo aumentar la participación en el desarrollo de la infraestructura de la Estación Espacial Internacional, en la cual se realizan experimentos en un medio ambiente sin gravedad, diferente a la Tierra. De igual manera desarrolla investigaciones y tecnología espacial en proyectos de coherencia y vuelo parabólico, buscando beneficiar a la humanidad y preparar a Europa para los nuevos retos de la exploración espacial humana; siguiendo este objetivo, conducen proyectos estratégicos que abarcan una variedad de disciplinas, enfocándose principalmente en áreas de ingeniería y ciencia, fomentando la educación de las nuevas generaciones que asegurarán la continuidad del trabajo y la exploración espacial. Un proyecto espacial mayor es la participación en la Estación Espacial Internacional, que requiere un constante entrenamiento para cada una de sus misiones, incorporando un grupo de soporte en tierra de más de 4.000 personas alrededor de Europa, enfocadas directamente en alcanzar y mantener las operaciones e investigación en esta infraestructura espacial.

Para la ESA, la exploración espacial tripulada y robótica es un proyecto internacional que permitirá visitar y descubrir nuevos lugares y cosas. La exploración espacial se concibe como un viaje lejano que brindará de regreso nuevas experiencias y conocimientos para ayudar a las personas en la Tierra; en este sentido, plantean una estrategia que incluye tres destinos específicos donde los humanos trabajarán con

robots para alcanzar nuevos conocimientos: la órbita baja de la Tierra en la Estación Espacial Internacional, la Luna y Marte. El programa de exploración espacial incluye un módulo de servicio europeo para la nave espacial *Orión* de la Agencia Espacial de los Estados Unidos (NASA, por sus siglas en inglés), un aterrizaje en la Luna con la Agencia Espacial de la Federación de Rusia (comunmente conocido como Roscosmos), y un proyecto de perforación en Marte con el rover *ExoMars* de la ESA. En todos los programas de exploración espacial, los robots trabajaran articuladamente con los astronautas y las estaciones de control, teniendo como función preparar los sitios de aterrizaje y acceder a los lugares peligrosos o donde no es posible llegar para los humanos (European Space Agency, 2019).

2.4. Programa de Transporte e Industria Espacial

Hace más de 50 años que los gobiernos europeos decidieron garantizar el acceso autónomo al espacio como una necesidad europea y combinaron sus esfuerzos para alcanzar este objetivo. Gracias a esta visión, Europa desarrolló una variedad de lanzadores espaciales, así como su propio Centro Espacial de Lanzamiento en la Guyana Francesa, garantizando el acceso al espacio, que es la primera condición en la utilización de este y en los beneficios que esto conlleva.

La Unión Europea y la ESA reconocieron la importancia del espacio ultraterrestre, y firmaron una declaración el 26 de octubre de 2016, conocida como la "Visión Conjunta y Objetivos para el Futuro de Europa en el Espacio". Esta ratificó la necesidad para ambas instituciones de trabajar integradamente y en cooperación para alcanzar la visión común de mantener a Europa como un actor de clase mundial en temática espacial y ser visto como un aliado internacional; por lo anterior, un objetivo permanente es garantizar la autonomía europea en cuanto al acceso y uso del espacio exterior de manera segura, a través de la consolidación y protección de su infraestructura espacial. Esto le permite a Europa contar con una variedad de lanzadores que cumplen con las necesidades institucionales y comerciales de acceso al espacio, al tiempo que garantiza la excelencia y confiabilidad del Centro Espacial Europeo.

En este sentido, la ESA tiene la capacidad de asegurar la disponibilidad del Centro Espacial Europeo para el lanzamiento de los cohetes *Ariane*, *Vega* y *Soyuz*; mantener la infraestructura de tierra necesaria para los lanzamientos; fomentar el mercado institucional europeo de lanzamientos al espacio; asegurar que Europa pueda responder a las demandas del mercado a través del desarrollo del cohete *Ariane 6* y *Vega C*, así como sus infraestructuras de tierra; dar soporte a la industria europea con tecnología

y capacidades de investigación a través del mejoramiento de la competitividad actividad industrial y la promoción de la innovación; crear empleo; y proyectar el futuro europeo, dando respuesta institucional y comercial a los mercados mediante tecnologías innovativas, investigaciones de futuros lanzadores y demostraciones de capacidades técnicas que preparen la ruta de acceso y retorno hacia y desde el espacio exterior (European Space Agency, 2017).

Debido a los desafíos espaciales y el constante avance de la tecnología, la ESA prepara un nuevo sistema de lanzadores para responder a las necesidades institucionales futuras y a los nuevos retos en el espacio exterior. Por lo anterior, desde el año 2003 existe un programa por medio del cual se estudia e investiga las actividades que permitan proyectar nuevas capacidades de acceso al espacio ultraterrestre, mejorando el actual rendimiento, confiabilidad y costos operacionales. Los retos que busca resolver este programa incluyen el incorporar un sistema de alto rendimiento y bajo peso, tecnologías disruptivas, lanzadores eléctricos, estrategias de inserción orbital, diseño y estructura robusta, fácil manufactura, cooperación e integración, reutilización, sistemas y estructuras de bajo costo, y sistemas de lanzamiento amigables con el medio ambiente (European Space Agency, 2017). El programa se encuentra estructurado en varias fases, que incluyen actividades como el estudio de vehículos lanzadores reusables, estudio de vehículos lanzadores expandibles, análisis de sistemas de lanzamiento avanzados, selección y maduración de tecnologías, y soporte de planeamiento estratégico de lanzamiento, entre otras.

De esta manera, la ESA soporta y prioriza la industria espacial europea como parte central de su estrategia, calculando que cuando un cohete *Ariane* es puesto en el espacio exterior, más de 12.000 europeos y 100 compañías europeas han estado involucrados en todo el proceso. En 2003, el Consejo de la ESA redefinió los roles y responsabilidades del sector público y privado con el fin de crear un balance entre estos dos, estableciendo que el diseño, desarrollo y manufactura de los lanzadores sería realizado por industrias a lo largo de Europa, teniendo un único contratista principal como responsable de todo el proceso para cada lanzador. La compañía de transporte espacial europeo *Arianespace*, vinculada a la ESA, estaría a cargo de la ejecución de la fase operacional de los lanzamientos, incluyendo la adquisición del lanzador al contratista principal, el mercadeo y los lanzamientos al espacio.

En 2014, el Consejo de la ESA decidió al nivel ministerial, que para el desarrollo del cohete *Ariane 6* se introdujeran cambios en la forma de administración de este programa, de manera que permitiera compartir responsabilidad, costos y riesgos, desde

el diseño hasta su explotación comercial. Esto dió a la industria una mayor responsabilidad en temas de articulación financiera, costos de fabricación, diseño del nuevo lanzador, administración de la organización industrial, identificación de necesidades de los clientes y explotación comercial del producto. La nueva negociación permite la entrega del *Ariane 6* en el puerto de lanzamiento con un 50% de reducción en costos, en comparación con el *Ariane 5* (European Space Agency, 2019).

2.5. Programa de Navegación Satelital

La aproximación europea al Sistema Satelital de Navegación Global comenzó con el Servicio Europeo de Navegación Geoestacionario (EGNOS, por sus siglas en inglés), el cual complementó y mejoró el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), entrando en servicio en 2009 y certificando sus operaciones en 2011. La experiencia técnica y operacional alcanzada con EGNOS allanó la llegada del Sistema Satelital Europeo de Navegación Global "Galileo", que es la iniciativa conjunta entre la ESA y la Comisión Europea para proveer el primer sistema de posicionamiento civil con cobertura global. Los primeros satélites de prueba del sistema *Galileo* fueron el *GIOVE-A* y el *GIOVE-B*, puestos en órbita de validación en el 2005 y 2008 respectivamente; el primer par de satélites operacionales del sistema Galileo fueron lanzados en 2011 (European Space Agency, 2016).

Este Sistema Satelital Europeo de Navegación Global proveerá posicionamiento de alta calidad, navegación y tiempo preciso a los usuarios en todo el mundo. Será controlado por civiles y garantizará una permanente continuidad en cuanto a cobertura; estará conformado por una constelación de 24 satélites operacionales, más 6 satélites de reemplazo circulando la Tierra en tres órbitas medias, a una altura de 23.222 kilómetros. Galileo será interoperable con el GPS de los Estados Unidos¹ y el GLONASS², ofreciendo un desempeño combinado mejorado (European Space Agency, 2017).

1. En un principio, Estados Unidos se había opuesto al proyecto Galileo en favor del GPS, porque entendía que supondría serios retos y problemas a la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN, por sus siglas en inglés); Estados Unidos estaba preocupado por el solapamiento de frecuencias de Galileo con las ya planeadas en el GPS para uso exclusivamente militar, así como por la aparente presencia en Galileo de características del GPS militar, estando sin embargo bajo administración civil. No obstante, estadounidenses y europeos llegarían finalmente a un acuerdo de complementariedad de ambos sistemas.

2. GLONASS es un Sistema de Posicionamiento Global de Navegación por Satélite desarrollado por la Unión Soviética, siendo hoy administrado por la Federación Rusa, y que constituye el homólogo del GPS estadounidense y el Galileo europeo.

2.6. Programa de Ciencia Espacial

La “Visión Cósmica 2015-2025” es el actual plan que guía las misiones de ciencia espacial de la ESA. Fue creado en 2005 y es la continuación del plan conocido como “Horizonte 2000”, preparado en 1984, y “Horizonte 2000 Plus”, concebido entre 1994 y 1995. Para articular y explicar estos planes, es importante mencionar el proyecto *Rosetta*, que inició en el Plan Horizonte 2000 y fue lanzado al espacio en el 2004; esta nave espacial necesitó una década para alcanzar su destino, antes de llegar a ser la primera misión que se acercó, sobrevoló y aterrizó sobre un cometa, dando cumplimiento a uno de los más ambiciosos proyectos de exploración espacial concebidos hasta la fecha. Y es hasta ahora, a través de las operaciones finalizadas en septiembre de 2016, que los científicos están profundizando en los datos obtenidos de esta misión, como no había sido posible antes. El Plan Horizonte 2000 también incluyó los proyectos “Máquina del Tiempo” y el “Observatorio Astronómico Herschel”, que cambiaron la forma como que la humanidad ve el Universo, al revelar antigua radiación proveniente del *Big Bang* y realizar un seguimiento al nacimiento de estrellas, así como a la evolución de las galaxias a través del tiempo.

El Plan Horizonte 2000 Plus también incluyó los proyectos *Gaia*, *Lisa Pathfinder* y *BepiColombo*. Este último proyecto fue lanzado en 2018, con destino al planeta Mercurio, y actualmente está en camino a descubrir los misterios del mencionado planeta. Por medio del proyecto *Gaia*, se han realizado mediciones precisas de la posición, movimiento y características de las estrellas, que han permitido crear un mapa tridimensional de la Vía Láctea y explorar la evolución y el futuro de la galaxia; igualmente ha generado dos inmensas fuentes de datos que están redefiniendo las bases de la astronomía. El proyecto *Lisa Pathfinder* demostró las necesidades tecnológicas requeridas para la nueva generación de programas *Lisa*, los cuales tienen como objetivo detectar las ondas gravitacionales en el espacio exterior .

Con relación a la Visión Cósmica 2015-2025, este plan propone cuatro preguntas principales: ¿Cuáles son las condiciones para la formación de un planeta y la generación de vida?; ¿Cómo trabaja el Sistema Solar?; ¿Cuáles son las leyes de la física fundamental del Universo?; y ¿Cómo fue el origen del Universo y qué lo generó? Para responder estas preguntas, una nueva flota de naves espaciales está siendo concebida en la ESA. Este programa incluye tres misiones a exoplanetas que mantendrán a Europa en la vanguardia de este campo de exploración espacial, convirtiéndose cada una de las misiones a estos planetas en un aspecto único de ciencia exoplanetaria. De igual manera, se prepara el lanzamiento del Orbitador Solar para el 2020, con

el objetivo de proveer pistas sin precedentes de las regiones polares del Sol, y para entender mejor como la meteorología espacial se afecta por la actividad solar. En el 2022, el Explorador de Hielo de las lunas de Júpiter será lanzado hacia el Sistema Joviano, y evaluará el potencial de habitabilidad en los grandes océanos de las lunas Europa, Ganímedes y Calisto.

Enfocado en el espacio profundo, el proyecto *Euclides* buscará descifrar los misterios de como la red cósmica, la energía oscura exótica y la materia negra invisible, influyen la estructura y el curso del Cosmos. Por otra parte, la nueva generación de Rayos X del Observatorio Atenea investigará algunas de las fuentes de poder más caliente y poderosas del Universo; junto con el programa *Lisa*, proveerá una fuente de observaciones coordinadas, para permitir el estudio de los agujeros negros y el fenómeno energético a través del Universo (European Space Agency, 2019).

Teniendo en cuenta que las nuevas tecnologías son el punto de partida para todo lo que hace la ESA, esta agencia cuenta con el "Directorio de Tecnología, Ingeniería y Calidad", responsable por el desarrollo de tecnologías para el largo plazo, incluyendo las tecnologías genéricas que brindan beneficio a todos los dominios técnicos; así mismo, apoyan la investigación y el desarrollo de infraestructura como laboratorios, áreas de prueba y secciones especializadas que abarcan cada aspecto del medio ambiente espacial. El objetivo primario del Directorio de Tecnología, Ingeniería y Calidad es asegurar que existan tecnologías disponibles para el uso de las misiones de la ESA, bajo el concepto de tecnología correcta en el momento correcto. Este directorio se encuentra organizado por disciplinas técnicas en cuatro departamentos, como son: ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica, ingeniería de sistemas y de garantía de producto y seguridad. Al mismo tiempo los servicios que ofrece para la ESA y la industria europea pueden ser categorizados bajo tres funciones principales: desarrollo de tecnología, soporte de ingeniería y garantía de calidad (European Space Agency, 2017).

Las operaciones espaciales que desarrolla la ESA incluyen la operación de naves espaciales en la órbita cercana a la Tierra, en diferentes tipos de vuelos espaciales y en viaje hacia lo profundidad del Sistema Solar. Estas operaciones incluyen el control de naves espaciales de manera individual o grupal, que obligan una detallada coordinación entre entidades y estaciones de control en tierra. Las actividades principales relacionadas con las operaciones que desarrolla la ESA involucran la operación y control de las naves espaciales; el desarrollo, operación y mantenimiento de la red de estaciones satelitales terrestres; el control y maniobra con relación a los desechos espaciales; la administración del "Programa de Alerta Situacional Espacial"; el desarrollo

de software en las estaciones de control terrestre; el planeamiento y construcción de los sistemas de control de misión; las actividades de operación coordinada con agencias aliadas; la administración de frecuencias usadas en el espacio ultraterrestre; y el establecimiento de estándares de operaciones espaciales en los escenarios internacionales determinados para tal fin (European Space Agency, 2019).

2.7. Programa de Telecomunicaciones Espaciales

La ESA constituyó el "Directorio de Telecomunicaciones y Aplicaciones Integradas", que mantiene a Europa y la industria canadiense liderando la feroz competencia en el mercado mundial de telecomunicaciones, gracias a la innovación. A través del apoyo de la ESA, la industria de telecomunicaciones puede conducir investigaciones y desarrollos que de otra manera no serían viables económicamente, generando nuevas aplicaciones basadas en tecnología espacial y estimulando la creación de nuevos servicios y oportunidades de negocio, que permiten la creación de ofertas laborales que antes no existían.

En este sentido se creó el Programa de Investigación Avanzada en Sistemas de Telecomunicaciones (ARTES, en sus siglas en inglés), que tiene como objetivo dar soporte a los proyectos con diferentes niveles de madurez operacional comercial para generar productos y servicios comerciales exitosos. Este programa tiene tres áreas de desarrollo: las aplicaciones de negocio enfocadas en tecnologías de telecomunicación satelital para proveer soluciones a problemas de la Tierra; el soporte y desarrollo de nuevos productos y tecnologías basadas en telecomunicación satelital; y los desarrollos conjuntos públicos-privados con operadores de satélites y manufacturadores, liderados por la ESA, que permiten cofinanciar y compartir el riesgo asociado a la inversión en nuevas tecnologías. De esta manera se acelera la introducción al mercado de nuevos productos y servicios, manteniendo Europa a la vanguardia en tecnología satelital. Además, los servicios de telecomunicaciones de la ESA y sus aplicaciones integradas, proveen soluciones a entidades públicas tales como la Unión Europea, Eurocontrol y la Agencia de Defensa Europea; igualmente, colabora en diferentes niveles con las agencias espaciales nacionales de los países miembros de la ESA (European Space Agency, 2018).

2.8. Planes para el futuro

La ESA determinó objetivos específicos de cara al futuro. En este sentido, muchos peligros originados en el espacio ultraterrestre han sido identificados, los cuales, aun-

que improbables, continúan ofreciendo un riesgo para la humanidad. Sólo hasta en las pasadas décadas se entendió el potencial riesgo de la posición de la Tierra en el Sistema Solar, y gracias al avance de la tecnología, actualmente algo se puede hacer al respecto. En este sentido, en cuanto a seguridad física e industrial espacial, las actividades de la ESA están enfocadas en mitigar y prevenir el impacto de las amenazas provenientes del espacio exterior, protegiendo el planeta, sus habitantes y la infraestructura vital sobre la cual se tiene dependencia. Así mismo, y teniendo en cuenta que la Tierra continúa enfrentando retos asociados a un cambio global, ya sea por el clima, la población o el desarrollo tecnológico; la ESA desarrolla una estrategia de cooperación y soporte con sus 22 países miembros, para coordinar los datos e información necesaria que permita entender y responder a las amenazas originadas tanto desde el espacio, como en la Tierra.

Por otra parte, la ESA proyecta para el 2030 poseer la capacidad de proteger su infraestructura vital en el espacio y en la Tierra ante eventos extremos de clima espacial generados por el Sol; para lo anterior, planea desarrollar un "Sistema de Monitoreo de Meteorología Espacial", que incluye la misión *Lagrange*, integrada por: una nave espacial dedicada al monitoreo del Sol; pequeños satélites en órbita alrededor de la Tierra con cargas útiles de vigilancia de la meteorología espacial; misiones meteorológicas espaciales que incorporan instrumentos de monitoreo alojados en satélites europeos de telecomunicaciones, observación de la Tierra y otras misiones; y redes robustas de sensores de meteorología espacial en tierra. Este sistema incorporará el procesamiento de los datos por parte de la "Red del Servicio Meteorológico Espacial Europeo", que proveerá un análisis de la severidad de los eventos meteorológicos espaciales. Así mismo, el "Centro de Coordinación Meteorológica Espacial Europeo" generará alertas meteorológicas hechas a la medida para usuarios europeos, desarrollando modelos meteorológicos espaciales con capacidad de proveer información en tiempo real y pronósticos, estableciendo protocolos de emergencia con las autoridades civiles para mejorar la resiliencia ante eventos de meteorología espacial, e incrementando la alerta sobre amenazas meteorológicas espaciales para Europa.

Con relación a los riesgos de impacto de asteroides, consideran que para el 2030 Europa sea un actor fundamental del Sistema de Defensa Planetaria, capaz de proveer alerta temprana para asteroides peligrosos de más de 40 metros de diámetro (con tres semanas de anticipación), siendo posible desviar el rumbo de asteroides de hasta 1 kilómetro de diámetro, si son conocidos con más de dos años de anticipación. En este sentido, la ESA planea conducir la misión *Hera*, que integra junto a la nave espacial *DART* de la NASA, la misión internacional *AIDA*, por medio de la cual pretenden encon-

trar un sistema de asteroides binario y chocar la nave espacial *DART* contra el asteroide más pequeños de los dos, modificando su órbita alrededor del primer asteroide, para que posteriormente *Hera* conduzca un análisis detallado post impacto, con el fin de entender el resultado y replicarlo como una técnica de defensa planetaria.

De igual manera, la ESA planea una red de telescopios *Flyeye*, con los cuales proyecta vigilar el cielo durante las noches, en búsqueda de rocas viajeras; identificando, informando y monitoreando aquellas que podrían suponer un riesgo de impacto. También lanzará un nuevo satélite al espacio para detectar asteroides que provengan de la dirección del Sol y que no pueden ser vistos desde la Tierra, adelantando los enlaces requeridos desde el Centro de Coordinación de Objetos Cercanos a la Tierra de la ESA, que igualmente será el punto de acceso central a la fuente de datos de asteroides.

Con respecto a los desechos espaciales, visualizan que Europa en un esfuerzo global con sus aliados, para el 2030 cuente con una flota de naves espaciales en órbita alrededor de la Tierra resistente a los riesgos de los desechos espaciales. Así mismo proyecta contar con la capacidad de monitorear y administrar de manera segura el tráfico en el espacio exterior, removiendo y evitando los desechos espaciales, evaluando los riesgos y contando con la capacidad de aplicar procedimientos al final del ciclo de vida de las naves espaciales, de manera que el uso del espacio sea sostenible y económicamente viable.

Para lograr esta operación espacial segura, desarrollará un sistema automático que evite colisiones, tanto de satélites individuales como de grandes constelaciones, mediante el monitoreo y administración segura del tráfico espacial, así como la aplicación y verificación de las medidas necesarias para mitigar el riesgo de desechos, de acuerdo con los compromisos internacionales, estándares y buenas prácticas. De igual manera continuará asesorando, moldeando y mitigando el riesgo tanto de los desechos espaciales como de las entradas a la tierra de estos. Lo anterior a través del desarrollo de sensores y tecnologías de monitoreo por radar, láser y vigilancia espacial óptica, basados en infraestructura en tierra y en órbita.

En referencia al uso limpio del espacio, la ESA tiene como iniciativa ser pionera en proveer soluciones amigables con el medio ambiente mientras desarrolla las actividades espaciales. En tierra, significa adoptar la utilización de materiales industriales, procesos y tecnologías ecológicas; en el espacio exterior, significa preservar el medio ambiente orbital como una zona segura, libre de desechos. En cuanto a la iniciativa de un satélite limpio, esta se enfoca en minimizar la producción de desechos espaciales, incluyendo la reducción de la cantidad de objetos puestos en órbita en las regiones

de alta densidad de desechos, como son la órbita baja de la Tierra y la órbita geoestacionaria; desarrollando conceptos tecnológicos que consideran que al final del ciclo de vida de un satélite, se vacíen los tanques y descarguen las baterías para prevenir la posibilidad de explosiones derivadas de estos. De igual manera, la ESA está comprometida en introducir iniciativas de diseño de satélites que logren impactos medioambientales positivos y fomenten el uso de materiales y tecnologías ecológicas, a través del establecimiento de un marco de diseño común para el sector espacial europeo.

Como otra iniciativa para el uso limpio del espacio, se proyecta el desarrollo de un nuevo concepto de remoción de desechos en órbita, haciendo uso de un vehículo de servicio que conducirá una variedad de actividades en el espacio, incluyendo la habilidad para retirar de manera segura los satélites de su órbita, al final de sus ciclos de vida. Este vehículo espacial también tendrá la capacidad de recargar combustible a los satélites, maniobrándolos y aumentando el ciclo de vida de las misiones en el espacio. Por medio de este, pretenden abrir la oportunidad para nuevos modelos de negocio, orientados a mitigar los desechos espaciales y asegurar la sostenibilidad de largo plazo del vuelo espacial.

Por otra parte, la ESA trabaja dedicadamente para garantizar y proteger la seguridad de las operaciones espaciales, que para el 2019 registró un total global de más de 1.500 satélites activos alrededor del planeta, que proveen servicios vitales como navegación, telecomunicaciones y acceso a internet, materializando la importancia de certificar la operación espacial segura en beneficio de la humanidad. Esto incluye no sólo la protección de la infraestructura espacial de las amenazas espaciales, sino también el entendimiento de las amenazas de ciberseguridad desde la tierra (European Space Agency, 2019).

Finalmente, la ESA continuará proveyendo servicios de seguridad en la Tierra con la información obtenida desde el espacio ultraterrestre, dando respuesta a las amenazas y cambios globales masivos que alteran el planeta, respondiendo a desafíos como migraciones, cambios demográficos, conflictos, desastres naturales, hambrunas y cambio climático, entre otros. Estos retos pueden ser administrados, en parte, desde el espacio exterior, por medio de información confiable y rápida, a través del análisis de datos, aplicaciones y servicios de comunicaciones seguras, que permiten reaccionar ante los cambios que generan daños en la Tierra, asegurando la coordinación internacional y la disposición de los servicios de emergencia de gobiernos regionales, nacionales y de otro tipo de organizaciones.

3. Estados Unidos de América

3.1. Antecedentes

La Administración Aeronáutica y Espacial Nacional (NASA por sus siglas en inglés), es responsable por los avances científicos y tecnológicos en el vuelo espacial tripulado, la aeronáutica y la ciencia y aplicaciones espaciales que tienen impacto en los Estados Unidos y en el mundo. La NASA fue creada de la integración del Comité Asesor Aeronáutico Nacional (NACA por sus siglas en inglés), y otras organizaciones gubernamentales, con el fin de adelantar investigaciones y desarrollos aeroespaciales como respuesta a los logros espaciales de la Unión Soviética.

La NASA inició operaciones el 01 de octubre de 1958, acelerando el trabajo ya iniciado en cuanto a vuelo espacial robótico y humano. El primer gran programa de la NASA fue el proyecto *Mercury*, en un esfuerzo por aprender si los humanos podían sobrevivir en el espacio exterior. De éste se derivó el proyecto *Gémini*, que utilizó la nave espacial construida para el vuelo con astronautas, adicionando las capacidades necesarias para alcanzar el objetivo de lograr un vuelo tripulado a la Luna para finales de los años 60. El proyecto *Gémini* alcanzó su objetivo en julio de 1969 con la misión *Apolo 11* y continuó con cinco misiones más que aterrizaron en la Luna hasta 1972. Luego de esto, se desarrolló el proyecto *Skylab*, que se constituyó en la primera estación espacial estadounidense, y posteriormente se realizó la prueba de integración de las misiones *Apolo* y *Soyuz* a mediados de los años 70, retomando los esfuerzos del vuelo tripulado en 1981 con el programa espacial *Shuttle*, el cual duró por 30 años. Este programa además de marcar una diferencia tecnológica fue esencial para la mayoría de los avances en el espacio, así como para la construcción de la Estación Espacial Internacional.

Para los años 60, la NASA ahondó en investigaciones acerca de conceptos aeronáuticos que cambiaron la forma en cómo se construían y volaban los aviones. La NASA también incursionó en el conocimiento del Sistema Solar, con intensas investigaciones de todos los planetas, utilizando para esto naves espaciales orbitales como el telescopio espacial *Hubble*, que amplió el entendimiento del Universo, así como del propio planeta Tierra. Paralelamente, la NASA inició el desarrollo de vehículos de lanzamiento espacial e introdujo tecnologías satelitales de observación de la Tierra, de comunicaciones, de posicionamiento global y meteorológicas, que cambiaron el estilo de vida de sus ciudadanos, gracias a la naciente industria espacial. Así mismo, la NASA impulsó la exploración espacial, fomentó una robusta actividad comercial en

el espacio exterior, y lideró la exploración robótica del espacio profundo (Jim & Brian, 2018).

3.2. Política Espacial

La actual Política Espacial Nacional de los Estados Unidos fue emitida por el gobierno del presidente Barack Obama, el 28 de junio de 2010, y fue modificada en uno de sus apartes mediante la Directiva Presidencial No. 01 del 14 de diciembre de 2017 del presidente Donald Trump. Esta política espacial manifiesta el espíritu de cooperación por medio del cual los Estados Unidos convoca a otros Estados a reconocer cinco principios relacionados con el espacio exterior (Presidency of the United States of America, 2010).

El primer principio considera que es un interés común de todas los Estados actuar con responsabilidad en el espacio para prevenir pérdidas o accidentes. Los Estados Unidos considera la sostenibilidad, estabilidad, y libre acceso y uso del espacio, como vital para su interés nacional. El segundo principio contempla que un robusto y competitivo sector espacial comercial es fundamental para continuar con el progreso del espacio ultraterrestre. Por lo cual, está comprometido en apoyar y facilitar el crecimiento del sector espacial comercial doméstico que soporte sus necesidades, la competitividad global y el liderazgo para generar nuevos mercados y emprendimientos basados en innovación espacial. El tercer principio reafirma el concepto de que todas los Estados tienen el derecho a explorar y usar el espacio con fines pacíficos y en beneficio de la humanidad, de acuerdo con la ley internacional; siendo consistente con este principio, considera como pacíficas, todas las actividades de seguridad y protección del territorio nacional que se realicen en el espacio exterior. El cuarto principio perpetúa lo establecido en las leyes internacionales acerca de que no habrá reclamo de soberanía sobre el espacio exterior o alguno de los cuerpos celestes que este contiene; los Estados Unidos considera que todas los Estados tienen derecho de movilidad en el espacio y de conducción de operaciones dentro del mismo sin ninguna interferencia. Bajo el quinto principio, expresa su disposición para desplegar una variedad de medidas que ayuden a asegurar el uso del espacio exterior y garanticen el derecho de autodefensa; disuadiendo, interfiriendo o atacando para defender sus sistemas espaciales y contribuir a la defensa de los sistemas espaciales aliados.

Siguiendo los lineamientos consagrados en los cinco principios, los Estados Unidos estableció seis objetivos puntuales para alcanzar a través de su programa espacial:

Como primer objetivo determinó fortalecer la competitividad de la industria doméstica para participar en el mercado espacial a través del desarrollo avanzado y

manufactura de satélites, servicios basados en satélites, lanzamiento satelital, aplicaciones terrestres e impulso y fomento de emprendimientos comerciales. El segundo objetivo establece la necesidad de expandir la cooperación internacional en cuanto a actividades espaciales de beneficio mutuo, con el fin de maximizar los beneficios del acceso al espacio, expandir las actividades de uso pacífico y mejorar la adquisición e intercambio de información espacial. Por medio del tercer objetivo busca fortalecer la confiabilidad del uso del espacio, a través de medidas domésticas e internacionales que promuevan la seguridad y las operaciones responsables en el mismo.

El cuarto objetivo considera incrementar la seguridad y resiliencia de las misiones espaciales con funciones esenciales, las cuales son provistas por naves espaciales comerciales, civiles, científicas y de seguridad nacional; dando apoyo a la infraestructura espacial contra interrupción, degradación y destrucción, ya sea por causas medioambientales, mecánicas, electrónicas u hostiles. Como quinto objetivo proyecta el desarrollo de innovaciones en tecnología humana y robótica, a través del fomento de nuevas industrias, el fortaleciendo de alianzas internacionales, la exaltación del sentimiento espacial nacional y mundial, el entendimiento acerca de la Tierra, el estímulo de los descubrimientos científicos, y la exploración del Sistema Solar y del Universo lejano. El sexto objetivo está enfocado en mejorar la infraestructura espacial en la Tierra y las capacidades de observación solar, necesarias para el desarrollo de la ciencia, la meteorología terrestre, la meteorología espacial cercana a la Tierra, el monitoreo del clima, el cambio global, la administración de los recursos naturales y el apoyo a las actividades de administración y respuesta a desastres.

El 11 de diciembre de 2017, el presidente Donald Trump firmó la Directiva No. 01 de Política Espacial denominada "Revigorizando el Programa de Exploración Espacial Humana" (Presidency of the United States, 2017), por medio de la cual realizó una enmienda a la Política Espacial Nacional del 28 de junio de 2010, cambiando la frase "establecer hitos de exploración de largo alcance" por:

Liderar un programa innovador y sostenible de exploración con socios comerciales e internacionales para permitir la expansión humana a través del Sistema Solar y traer de regreso a la tierra nuevos conocimientos y oportunidades. Comenzando con misiones más allá de la órbita baja de la tierra, los Estados Unidos liderará el regreso de los humanos a la luna para su exploración y uso por largo tiempo, seguido por misiones tripuladas a Marte y otros destinos.

Posteriormente mediante la Directiva 4 de Política Espacial del 19 de febrero de 2019, denominada "Establecimiento de la Fuerza Espacial de los Estados Unidos", el

presidente Donald Trump ordenó radicar una propuesta legislativa para crear la Fuerza Espacial de los Estados Unidos, como un nuevo servicio armado dentro del Departamento de la Fuerza Aérea³, que tendrá como misión asegurar el acceso y libertad para operar en el espacio exterior y proveer capacidades vitales para las fuerzas conjuntas y de coalición, en tiempos de paz o en caso de un conflicto (Presidency of the United States, 2019). Este documento además estipula que la Fuerza Espacial de los Estados Unidos debe proteger los intereses nacionales en el espacio y el uso pacífico del mismo, asegurar el ininterrumpido uso del espacio para propósitos de seguridad nacional, disuadir las amenazas y defender la nación, garantizar la disponibilidad de las capacidades espaciales, proyectar el poder espacial en soporte a los intereses nacionales, y desarrollar, mantener y fortalecer una comunidad de profesionales enfocados en los requerimientos de seguridad nacional en el dominio espacial.

3.3. Administración Aeronáutica y Espacial Nacional (NASA)

Estados Unidos cuenta con una agencia espacial civil conocida como la Administración Aeronáutica y Espacial Nacional (NASA por sus siglas en inglés), y por otra parte con el Comando Espacial de la Fuerza Aérea (SPACECOM por sus siglas en inglés), liderando cada una de estas entidades su correspondiente enfoque de desarrollo espacial. La NASA tiene aproximadamente 17.400 trabajadores distribuidos a lo largo de sus centros espaciales, instalaciones y oficinas principales.

Los principales centros e instalaciones de la NASA y su actividad principal son: el Centro de Investigación AMES, que se encarga de las investigaciones en fundamentos aeronáuticos, tecnologías en ciencias biológicas y espaciales; el Centro de Investigación de Vuelo Armstrong, encargado de la investigación de vuelo; el Centro de Investigación Glenn, a cargo del desarrollo de tecnologías de comunicaciones y aero-propulsión; el Centro de Vuelo Espacial Goddard, con responsabilidad en temas relacionados con la Tierra, el Sistema Solar, la observación del Universo, la navegación y la comunicación espacial; las Oficinas Principales, encargadas del liderazgo de la agencia; el Laboratorio de Propulsión Jet, con responsabilidad en el desarrollo de robótica para la exploración del Sistema Solar; el Centro Espacial Johnson, encargado de la exploración espacial humana; el Centro Espacial Kennedy, a cargo del lanzamiento de las misiones espaciales; el Centro de Investigación Langley, encargado de

3. Pero eventualmente Estados Unidos buscaría quiere establecer una Fuerza Espacial como un servicio militar independiente, y no como un departamento dentro de sus agencias y organizaciones militares ya existentes. Esto implicaría contar con un presupuesto exclusivo para el desarrollo de armas, y la contratación de especialistas y soldados que planeen estrategias ofensivas y defensivas.

la investigación del espacio y la aviación; el Centro de Vuelo Espacial Marshall, con responsabilidad en el transporte espacial y las tecnologías de propulsión.

También cuenta con el Centro Espacial Stennis, encargado de las pruebas de cohetes de propulsión y las tecnologías de sensoramiento remoto; el Instituto de Estudios Espaciales Goddard, responsable del estudio del cambio climático global; la Instalación de Validación y Verificación Independiente Katherine Johnson, a cargo del análisis de seguridad y costo-beneficio para el software crítico de misión; la Instalación de Ensamblaje Michoud, administradora de la manufactura y ensamblaje del hardware crítico para los vehículos espaciales; el Centro de Seguridad e Ingeniería, con responsabilidad de las pruebas, análisis y evaluación de los proyectos de alto riesgo; el Centro de Seguridad, encargado del personal, procesos y recursos necesarios para el exitoso y seguro logro de los proyectos y objetivos estratégicos de la entidad; el Centro de Servicios Conjuntos, responsable de la administración financiera, del recurso humano, información tecnológica y de las adquisiciones; y la Instalación de Vuelo Wallops, a cargo de los programas de investigación suborbital (Dumbar, 2019).

3.4. Plan Estratégico

Para integrar el trabajo de las entidades que conforman la NASA, esta institución estableció un Plan Estratégico para un lapso de cuatro años, de 2018 a 2022. De esta manera la NASA planea cumplir su misión de descubrir y expandir el conocimiento del espacio exterior para el beneficio de la humanidad. En este sentido, lidera un programa de exploración espacial innovador y sostenible con aliados internacionales y empresas comerciales, que permite la expansión humana a través del Sistema Solar, brinda nuevos conocimientos y oportunidades a la Tierra, apoya el crecimiento económico del Estado en cuanto al espacio exterior y la aeronáutica, incrementa el conocimiento del Universo y del planeta, articula la industria para mejorar las tecnologías aeroespaciales de los Estados Unidos, y lidera el avance del país.

Por medio del Plan Estratégico, la NASA mantiene la continuidad de sus objetivos a través del tiempo, buscando servir a los ciudadanos estadounidenses y apoyar las prioridades nacionales por medio de seis conceptos principales: 1). Fomento de nuevos descubrimientos y expansión de las fronteras del conocimiento humano; 2). Integración y diplomacia global; 3). Integración con las políticas de seguridad nacional e industrial; 4). Desarrollo y crecimiento económico; 5). Desarrollo de retos nacionales; y 6). Liderazgo e inspiración (National Aeronautics and Space Administration, 2018).

La NASA históricamente se ha alineado con cuatro mayores temáticas, caracterizada cada una con una palabra, un objetivo estratégico y objetivos específicos.

La primera temática se representa con la palabra “descubrir”, y plantea como objetivo estratégico “expandir el conocimiento humano a través de nuevos descubrimientos científicos”, contemplando que la exploración y el descubrimiento científico estén enfocados para el beneficio de los Estados Unidos y de la humanidad. Para alcanzar este objetivo estratégico consideran dos objetivos específicos:

El primer objetivo específico está enfocado en el entendimiento del Sol, la Tierra, el Sistema Solar y el Universo; este plantea tres elementos centrales como son: el descubrimiento de los secretos del Universo, la búsqueda de vida en el espacio exterior donde este, y el cuidado y mejoramiento de las condiciones de vida en la Tierra. Los programas que contribuyen con este objetivo específico son: orígenes cósmicos, telescopio espacial *James Webb*, exploración exoplanetaria, física del cosmos, exploración a Marte, conocimiento de otros planetas, investigación astrofísica, exploración astrofísica, nuevas fronteras, Discovery, defensa planetaria, investigación planetaria, explorador heliofísico, investigación en biofísica, viviendo con una estrella, sondas terrestres solares, misiones sistemáticas en la Tierra, sistema terrestre de ciencia *pathfinder*, investigación en ciencia terrestre, operaciones multimisión en ciencia terrestre, ciencia aplicada, tecnología en ciencias de la Tierra, tecnología planetaria e investigación suborbital.

El segundo objetivo específico propende por el entendimiento de la respuesta de los sistemas físicos y biológicos al vuelo espacial; por medio de este se conduce un robusto programa de investigación espacial en tecnologías avanzadas que permitan la exploración y uso del medio ambiente espacial en beneficio de la vida en la Tierra. El principal y único programa que contribuye a este objetivo específico son las investigaciones que se realizan en la Estación Espacial Internacional, las cuales proveen oportunidades para entender el rol de la gravedad en los sistemas físicos y biológicos. De esta manera se enfoca la exploración científica en las necesidades planteadas por agencias espaciales de gobiernos, fundaciones privadas o compañías comerciales. Así mismo, la Academia Nacional de Ciencias, Ingeniería y Medicina, mediante el asesoramiento de un grupo de expertos en ciencia e ingeniería, proporcionan interrogantes que estimulan la investigación, exploración y descubrimientos científicos.

La segunda temática se representa con la palabra “explorar”, y plantea como objetivo estratégico “extender la presencia humana en el espacio profundo y la Luna, para la explotación y utilización sostenible en el largo plazo”, contemplando presionar las

fronteras mismas del espacio a través de la preparación de astronautas en la Estación Espacial Internacional para misiones que vayan más allá del actual conocimiento y experiencia humana dentro del Sistema Solar. De igual manera, proyecta la presencia humana constante en el espacio con fines comerciales; con este objetivo estratégico en mente, los Estados Unidos buscarán aliados internacionales en la siguiente fase de exploración espacial, asignando el mejor capital humano de la NASA, sector privado y talento académico, que se sumarán a las capacidades de sus aliados, para alcanzar estos ambiciosos proyectos. Para alcanzar este objetivo estratégico consideran dos objetivos específicos.

El primer objetivo específico es establecer las bases para la presencia humana permanente de los Estados Unidos en la órbita baja de la Tierra, desarrollándola comercialmente; para esto la NASA creó el Programa de Desarrollo Comercial de Órbita Baja, que apoya directamente los esfuerzos por crear actividades y plataformas comerciales en la órbita baja que puedan ser usadas por la NASA y otros clientes. Los programas que contribuyen a este objetivo estratégico son: las operaciones de vuelo humano espacial, de mantenimiento y de operación de sistemas que se desarrollan en la Estación Espacial Internacional.

El segundo objetivo específico contempla la exploración del espacio profundo, incluyendo la presencia humana en el espacio cislunar y la superficie lunar, desarrollando tecnologías que permitan operaciones sostenidas en estos tres ambientes espaciales. Para esto la NASA desarrolla nuevas capacidades en cuanto a vuelo espacial tripulado, transporte pesado y ambientes habitables en el espacio, de manera que se aumente y mejore la presencia humana en el Sistema Solar. Los programas que contribuyen a este objetivo específico son: Orión, sistemas terrestres de exploración, sistemas de lanzamiento espacial, programa de investigación humana, plataforma orbital lunar *Gateway*, capacidades avanzadas de superficie cislunar, sistemas avanzados de exploración, Estación Espacial Internacional, *Discovery* lunar y programa de exploración.

La tercera temática se representa con la palabra "desarrollar" y plantea como objetivo estratégico "conducir los retos nacionales y catalizar el crecimiento económico", buscando garantizar la seguridad de la nación y el liderazgo de los Estados Unidos en cuanto a desarrollos aeronáuticos; comunicaciones satelitales; sensoramiento remoto; cambio climático; misiones de exploración robótica y humana futuras; generación de soluciones tecnológicas para problemas terrestres; desarrollo de capacidad de transporte y vuelo espacial tripulado; entendimiento del fenómeno cósmico, meteorología espacial, asteroides y exoplanetas; y mejorar la capacidad de innovación de la nación. La NASA busca

por medio de este objetivo estratégico, el desarrollo económico y el crecimiento de la nación, para lo cual se compromete a inspirar a los jóvenes a convertirse en científicos, tecnólogos, ingenieros y matemáticos, buscando de esta manera que exista una base intelectual e industrial que se integre con las agencias del gobierno en este sentido. Para alcanzar este objetivo estratégico consideran tres objetivos específicos:

El primer objetivo específico es desarrollar y transferir tecnologías revolucionarias que fortalezcan y garanticen la capacidad de exploración de la NASA y la nación. Para lograrlo conducirán investigaciones en tecnologías avanzadas que generen productos comerciales espaciales, específicamente para la utilización del espacio cercano a la Tierra, el transporte eficiente a través del espacio exterior, el acceso a superficies planetarias; permitiendo así la exploración espacial humana, las misiones científicas de nueva generación, y el crecimiento y utilización de la capacidad académica e industrial de los Estados Unidos. Este objetivo demanda una estrecha integración de capacidades y colaboración, que permitió el desarrollo de cerca de 40 proyectos con diferentes organizaciones gubernamentales en el 2008. Los programas que contribuyen a este objetivo específico son: alianzas en etapas tempranas de innovación, maduración tecnológica, demostración de tecnología, programa de investigación humana, programa de innovación de pequeños negocios y transferencia tecnológica de pequeños negocios.

El segundo objetivo específico es la transformación de la aviación a través de la investigación de tecnologías revolucionarias, desarrollo y transferencia tecnológica aeronáutica. Este objetivo busca mantener y mejorar el liderazgo global de los Estados Unidos con relación a la aviación, a través de la aplicación de nuevos conceptos y tecnologías generadas por la NASA y desarrolladas en alianza con la industria aeronáutica de los Estados Unidos, de manera que lidere e introduzca mejoras en movilidad, eficiencia y seguridad aeronáutica. Para lo anterior la NASA se enfocó en seis áreas principales de investigación, como son: seguridad y eficiente crecimiento de las operaciones globales; innovación en aeronaves supersónicas comerciales; vehículos comerciales ultra eficientes; transición a la propulsión alternativa y energía; verificación en tiempo real de los sistemas de seguridad; y garantizar la autonomía para la transformación de la aviación. Los programas que contribuyen con este objetivo específico son: conceptos aeronáuticos de transformación, sistemas de aviación integrados, operaciones y seguridad espacial, y vehículos aéreos avanzados.

El tercer objetivo específico es inspirar y comprometer al público con los temas aeronáuticos, espaciales y de ciencia. Por medio de este objetivo busca inculcar, atraer, educar y emplear la nueva generación de colaboradores de la NASA, brindando oportu-

tunidades de aprendizaje en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Para esto se adelantan amplios esfuerzos para diversificar las líneas de los programas STEM que incluyen ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, así como pasantías y trabajo en la NASA. Los programas que contribuyen con este objetivo específico son: Oficina de Comunicaciones, Oficina del Jefe Científico y la Oficina de Diversidad e Igualdad de Oportunidades.

La cuarta temática se representa con la palabra "permitir" y plantea como objetivo estratégico "la optimización de capacidades y operaciones", que busca adaptar nuevos modelos operativos que fortalezcan la administración de las capacidades en sistemas de ingeniería, fundamentales para los objetivos de cada misión. Para alcanzar este objetivo estratégico consideran seis objetivos específicos:

El primer objetivo específico es comprometerse en estrategias con aliados. De esta manera busca esfuerzo cooperativo, apoyo y retorno en inversión para iniciativas espaciales tanto domésticas como internacionales. La NASA identifica, establece y mantiene un amplio grupo de colaboradores domésticos e internacionales en proyectos de beneficio mutuo, encontrando agencias gubernamentales, gobiernos locales, estados y entidades internacionales que contribuyen a los objetivos estratégicos de la NASA y permiten desarrollar capacidades y misiones espaciales. Actualmente, la NASA tiene más de 1.200 acuerdos domésticos con industrias y entidades del sector privado de los Estados Unidos, y más de 800 acuerdos internacionales con cerca de 120 países, cubriendo una amplia variedad de programas, proyectos y actividades espaciales. Más de la mitad de estos acuerdos internacionales son con la ESA y cinco países aliados (Francia, Alemania, Japón, Canadá y el Reino Unido), siendo el más grande y complejo de estos, el proyecto de la Estación Espacial Internacional. Los programas que contribuyen con este objetivo específico son: Oficina de Adquisiciones, Oficina de Alianzas, Oficina de Relaciones Internacionales e Interagencial y la Oficina de Programas de Pequeños Negocios.

El segundo objetivo específico es garantizar el acceso al espacio ultraterrestre y a los servicios. A través de este objetivo específico soportan los programas en cuanto a comunicaciones, servicios de lanzamiento y pruebas de propulsión de cohetes, administran la infraestructura espacial, proveen acceso al espacio para la exploración humana, las misiones robóticas, y desarrollan estrategias de cara a los retos, riesgos y el cumplimiento de cada misión. Estas estrategias mantienen las capacidades críticas disponibles para garantizar el éxito de las misiones de la NASA, ya sea haciendo uso de capacidades gubernamentales o privadas para enviar personas, cargas útiles y datos,

hacia y desde el espacio exterior. Los programas que contribuyen con este objetivo específico son: servicio de lanzamiento, tripulaciones y carga, tripulación comercial, pruebas de cohetes de propulsión, comunicaciones espaciales y sistemas de navegación, programa de activos y capacidades estratégicas.

El tercer objetivo específico es garantizar la seguridad y el éxito de las misiones. De esta manera se certifica la administración efectiva de los programas y operaciones de la NASA para alcanzar de manera confiable el cumplimiento de cada misión. Para lo anterior se incorporan los Programas de Misiones Exitosas y Seguras que incluyen cualidades de aseguramiento de la misión, autoridad y excelencia técnica. Estos mismos programas proveen parámetros de salud y seguridad para los trabajadores de la NASA, aumentando las posibilidades de completar de manera satisfactoria cada uno de los programas, proyectos u operaciones en desarrollo. Los programas que contribuyen con este objetivo específico son: Oficina de Aseguramiento de la Seguridad y la Misión, Centro de Seguridad, Programa de Validación y Verificación Independiente, Oficina del Ingeniero Jefe y la Oficina del Jefe Médico.

El cuarto objetivo específico es la administración del capital humano. Este objetivo se encuentra enfocado en cultivar una fuerza laboral diversa y con capacidad de innovación, con el correcto balance de experiencia y habilidades que permita proveer un medio laboral inclusivo, en el cual los empleados que posean diferentes perspectivas, niveles educativos, experiencias de vida y conocimiento, puedan trabajar juntos y permanezcan unidos en el cumplimiento de la misión. Los programas que contribuyen con este objetivo específico son: Oficina de Administración de Capital Humano, Oficina de Diversidad e Igualdad de Oportunidades y el Centro de Administración y Operaciones.

El quinto objetivo específico es mitigar el riesgo de los proyectos. De esta manera se incrementa la resiliencia de los proyectos de la NASA a través de la evaluación de riesgos e implementación de soluciones comprensivas, económicas y de acción. En tal sentido, la NASA implementa medidas de control que mejoran la efectividad de los proyectos, la capacidad de protección para reducir riesgos en ecosistemas espaciales completos y protecciones en materia económica. Los programas que contribuyen con este objetivo específico son: Programas Protección de Proyectos, Agencia de Servicios Tecnológicos de Información, Oficina de Servicios de Protección y Oficina de Infraestructura Estratégica.

El sexto objetivo específico es garantizar las capacidades de infraestructura y operaciones. Este objetivo permite que las misiones de la NASA sean provistas con faci-

lidades, infraestructura, herramientas y los servicios requeridos para administrarlas y operarlas eficientemente, proveyendo el soporte necesario para el cumplimiento de los objetivos de cada misión. De esta manera se integran y optimizan las operaciones de los Centros de Misión y Soporte para reducir costos y revitalizar las capacidades requeridas en las misiones de la NASA. A través de una evaluación sistemática de las áreas de servicio, se consolida y mejoran las operaciones para mitigar los riesgos y se garantiza una infraestructura segura y confiable. Los programas que contribuyen con este objetivo específico son: el Centro de Operaciones y Administración, y la Oficina de Infraestructura Estratégica.

3.5. Comando Espacial (SPACECOM)

En el plano militar, el 01 de septiembre de 1982 el Gobierno de los Estados Unidos creó el Comando Espacial de la Fuerza Aérea, teniendo como misión principal el desarrollo de las operaciones espaciales. Durante la Guerra Fría, estas operaciones espaciales estuvieron enfocadas en la alerta de misiles, operaciones de lanzamiento, control de satélites, vigilancia espacial, y comando y control en soporte al liderazgo nacional. Sin embargo, fue solo hasta 1991 que se validó por parte de los comandantes el importante aporte del componente espacial a la estrategia militar en tierra, mar y aire (en desarrollo de la Operación Tormenta del Desierto). En el 2001, bajo recomendación de la Comisión Espacial, el Centro de Sistemas Espaciales y de Misiles se unió al Comando Espacial.

Actualmente, el Comando Espacial posee capacidades de lanzamiento en la costa este y oeste de los Estados Unidos, proveyendo servicios de lanzamiento para operadores comerciales, del Departamento de Defensa y de la NASA. Así mismo, a través del comando y control de todos los satélites del Departamento de Defensa y la integración con otros operadores satelitales, provee un cubrimiento global y continuas operaciones autónomas espaciales. Por medio de estas operaciones satelitales se garantizan servicios esenciales de comunicación segura, meteorología, navegación y alerta temprana ante amenazas.

Se consideran como funciones esenciales del Comando Espacial: la puesta en órbita, operación y mantenimiento del Sistema de Posicionamiento Global GPS, la fase tres del sistema de comunicaciones satelitales de defensa, el Programa Satelital Meteorológico de Defensa, el Programa de Soporte y Mantenimiento Espacial de Defensa y el Programa Espacial basado en Tecnología Infrarroja. Para garantizar el acceso al espacio, el Comando Espacial opera los vehículos lanzadores *Delta II*, *Delta IV* y *Atlas V*,

que componen el Programa de Lanzamiento Vehicular Expandible Evolucionado. Así mismo, el Comando Espacial mantiene y opera la red de estaciones de monitoreo satelital a nivel mundial conocida como la “Red de Control Satelital de la Fuerza Aérea”, por medio de la cual se garantiza la comunicación satelital permanente a nivel global (Air Force Space Command, 2019).

De igual forma, el Comando Espacial tiene a cargo los radares terrestres, el Sistema Infrarrojo Espacial y el Programa Satelital de Defensa de Monitoreo de Lanzamiento de Misiles Balísticos Intercontinentales alrededor del mundo. Adicionalmente, haciendo uso de radares de vigilancia espacial, realiza un seguimiento permanente de satélites y desechos espaciales tanto para los Estados Unidos como para la comunidad internacional, garantizando la superioridad espacial como una capacidad requerida para proteger los activos espaciales de los Estados Unidos.

Las principales instalaciones del Comando Espacial están ubicadas en las Bases Aéreas de Schriever, Peterson and Buckley, en el estado de Colorado; las Bases Aéreas de Los Ángeles y Vandenberg, en el estado de California; y la Base Aérea de Patrick en el estado de Florida. El Comando Espacial también administra y opera instalaciones espaciales en Dakota del Norte, Alaska, Hawaii y en otros lugares del mundo.

4. Federación Rusa

4.1. Antecedentes

La teoría rusa de la exploración espacial antecede a la época del Imperio Ruso, haciendo referencia a los escritos de Konstantín Tsiolkovski (1857-1935), quien publicó sus estudios a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, y en los cuales desarrolló la ecuación para que los seres humanos escaparan a la fuerza gravitacional de la Tierra e imaginó como habrían de funcionar los cohetes enviados a la Luna: mediante una combinación de propulsores líquidos y en varias etapas⁴. Los conocimientos y principios contemplados en los documentos de Tsiolkovski fueron experimentados por el Grupo de Estudio de Propulsión Reactiva (GIRD por sus siglas en inglés), fundado en 1931; al GIRD también pertenecerían otros pioneros espaciales como Sergei Pavlovich Korolev (quien soñó con el viaje a Marte), y el ingeniero ruso-alemán Friedrich Zander; como resultado de estos experimentos, el 18 de agosto de 1933 se lanzó el

4. El científico alemán Hermann Oberth y el estadounidense Robert Godard llegarían a conclusiones similares; para 1926, Godard había construido y lanzado el primer cohete con combustible líquido, y en el mismo periodo, Oberth determinó que las etapas múltiples eran indispensables para viajes de larga duración. Las ideas de Tsiolkovski, Oberth y Godard cobrarían vida hacia la década de los sesenta, con el desarrollo de los cohetes *Saturn V* que lanzaron las tripulaciones de las misiones *Apollo* a la Luna.

primer cohete soviético de combustible líquido, el *GIRD-09*, y el 25 de noviembre de 1933, el primer cohete de combustible híbrido, el *GIRD-X*.

El Programa Espacial y de Cohetes de la Unión Soviética fue desarrollado por ingenieros y científicos después de 1955; si bien este programa se creó basado en los desarrollos teóricos de Tsiolkovski, quien es considerado el padre de la teoría astronáutica, sería Sergei Korolev la cabeza del grupo de diseño principal, junto a otros científicos importantes como Mijaíl Yángel, Valentín Glushkó y Vladímír Cheloméi. En los primeros 60 años de historia, importantes logros fueron alcanzados en el Programa Espacial Soviético, resaltando: el primer misil balístico intercontinental (1957), el primer satélite artificial el 4 de septiembre de 1957 (*Sputnik 1*), el primer animal en el espacio exterior (la perra Laika en el *Sputnik 2*), el primer humano en una órbita espacial (Yuri Gagarin en el *Vostok-1*), la primera mujer en el espacio y en órbita terrestre (la cosmonauta Valentina Tereshkova en el *Vostok-6*) y la primera caminata espacial (cosmonauta Alekséi Leónov en *Voskhod-2*), entre otros. No obstante, los primeros tripulantes de los vuelos espaciales fueron animales. En efecto, el 22 de julio de 1951, la Unión Soviética lanzaría vuelos suborbitales con perros, como preparación para el *Sputnik 2* en 1957, que llevaría el primer animal a la órbita terrestre (desafortunadamente, Laika moriría durante el vuelo). Luego, el 19 de agosto de 1960, dos perras llamadas Strelka y Belka viajarían en una nave soviética, junto a un conejo, 40 ratones, dos ratas y moscas de la fruta⁵. Estos vuelos dieron a los soviéticos experiencias invaluable en medicina espacial.

Debido al alcance global y a la capacidad de carga útil de casi 5 toneladas, el cohete R-7 fue efectivo como punto de partida para los vehículos espaciales. El plan soviético de lanzar un satélite en este cohete fue aprobado por el líder Nikita Krushev en enero de 1956, e incluía el lanzamiento de satélites que orbitaran la Tierra (*Sputnik*), para ganar conocimiento del espacio, así como de cuatro naves espaciales no tripuladas denominadas *Zenit*; posteriores planes fueron aprobados para el vuelo orbital tripulado y las misiones no tripuladas a la Luna. Después de que el programa *Sputnik* despegó, Korolev se encargó de acelerar el programa tripulado, diseñando la nave espacial *Vostok* como una derivación del programa *Zenit*.

El programa espacial *Vostok* fue el programa de vuelo espacial humano que llevó el primer ciudadano soviético a la órbita baja de la Tierra y lo regreso de manera segura; de esta manera Yuri Gagarin pasó a la historia como el primer humano en el espacio, completando el 12 de abril de 1961 una órbita a la Tierra en el *Vostok 1*, con una

5. Por su parte, los Estados Unidos enviarían un chimpancé llamado Ham, que sobrevivió y despejó el camino para Alan Shepard, el primer estadounidense que alcanzó el espacio exterior en mayo de 1961.

duración de 108 minutos. Eventualmente, este programa conduciría seis misiones tripuladas entre 1961 y 1963; el último vuelo duró cerca de cinco días y las últimas cuatro misiones fueron lanzadas en pares, una un día después de la otra. Además de Gagarin, Valentina Tereshkova (paracaidista civil), pasó la historia como la primera mujer en el espacio, alcanzando la órbita baja de la Tierra el 16 de junio de 1963, a bordo del *Vostok-6*. Posteriormente, el programa *Vostok* fue sucedido por dos vuelos del programa *Voskhod* en 1964 y 1965; este programa introdujo modificaciones en el vehículo espacial, incorporando capsulas de 2 y 3 sillas, así como un cohete lanzador más grande.

Debido al estatus de clasificación del Programa Espacial Soviético, las misiones eran retrasadas hasta que no se garantizara el éxito de estas, manteniendo las misiones fallidas en secreto. Fue gracias al resultado de la política de Mijaíl Gorbachov en los años 80, que se desclasificaron innumerables archivos y se dieron a conocer importantes hechos acerca del Programa Espacial Soviético, incluyendo sus contratiempos y la muerte de Yuri Gagarin en una misión de rutina en un jet de combate; así como las desastrosas experiencias con el enorme cohete N-1, que era el vehículo espacial destinado para volar y aterrizar en la superficie lunar, el cual explotó un poco después del lanzamiento en cada uno de las cuatro pruebas no tripuladas (State Space Corporation ROSCOSMOS, s.f.).

4.2. Agencia Espacial Federal (Roscosmos)

Conocida como la Agencia Espacial de la Federación Rusa, fue conformada en 1992, después de la caída de la Unión Soviética. Esta corporación fue creada de la fusión entre la antigua Agencia Espacial y la Corporación Espacial de Cohetes, con el objetivo de impulsar el sector espacial ruso, comenzando su operación bajo un complejo panorama de presupuesto que no le impidió cumplir los compromisos adquiridos con el proyecto de la Estación Espacial Internacional (Howell, 2018).

Roscosmos es la entidad autorizada y responsable por implementar el Programa Espacial ruso, así como las políticas y regulación legal en cuanto a la actividad espacial. Para lo anterior, se encarga de proveer los servicios espaciales gubernamentales y administrar los intereses estatales en el campo de la exploración espacial, la cooperación espacial internacional, la investigación espacial, el desarrollo de misiles y tecnología espacial para propósitos militares, el desarrollo y manufactura de equipo e infraestructura espacial, la coordinación del mantenimiento espacial y la operación del Sistema Satelital de Navegación Global (GLONASS); en beneficio de los intereses,

desarrollo económico y social de la Federación Rusa y de los consumidores civiles y comerciales (Popovkin, s.f.). Así mismo coordina y administra los Centros Espaciales Rusos.

4.3. Centros Espaciales

Roscosmos además de satisfacer sus propios requerimientos de acceso al espacio, provee servicios de lanzamiento a otros países, lo cual le ha permitido poner en órbita diferentes programas satelitales de observación de la Tierra, satélites militares, de telecomunicaciones y el GLONASS, entre otros. Para garantizar su acceso al espacio, Roscosmos administra cuatro centros espaciales desde los cuales desarrolla su estrategia espacial: el primero de ellos es el Centro Espacial de Baikonur, considerado el más grande del mundo; este centro espacial se encuentra ubicado en la ciudad que lleva el mismo nombre y esta arrendado por Kazajistan a Rusia hasta el 2050. El Centro Espacial de Baikonur consta de 9 posiciones de lanzamiento, 4 lanzadores de prueba para misiles balísticos intercontinentales, 13 instalaciones de ensamble y prueba conformadas por 34 complejos para procesos de pre lanzamiento de naves espaciales y etapas superiores; así como estaciones de producción de oxígeno y nitrógeno y dos aeropuertos (State Space Corporation ROSCOSMOS, s.f.). Baikonur es especialmente importante porque desde allí parten los vuelos espaciales hacia la Estación Espacial Internacional, a través de los cuales desde el 2011, con el retiro por parte de la NASA del Programa Espacial *Shuttle*, los astronautas estadounidenses acceden a esta Estación Espacial haciendo uso del Programa Espacial Ruso (Howell, 2018).

El segundo centro espacial a cargo de Roscosmos es el Centro Espacial de Plesetsk, en el cual se desarrolla y construye la nueva generación de cohetes y proyectos espaciales con el apoyo del Grupo Orbital Ruso. Este centro espacial ubicado en Mirny, Arkhangelsk Oblast, inicio su operación en enero de 1957, mediante un decreto del gobierno Soviético que ordenó la creación de una instalación militar con nombre código "Angara", en la cual se albergara el regimiento de cohetes balísticos intercontinentales R-7, desarrollado por la Oficina de Diseño Experimental OKB (siglas en ruso) liderada por Sergey Korolyov. Para finales de 1964, contaba con 15 lanzadores de misiles R-7A, R-9A, R-16 y R-16A dispuestos para el combate.

Paralelamente, a principios de 1960, debido a la necesidad de incrementar las actividades espaciales, el gobierno Soviético autorizó el uso de los complejos de lanzamiento de misiles balísticos intercontinentales de Plesetsk para el lanzamiento de vehículos espaciales. El primer lanzamiento desde este complejo espacial fue reali-

zado el 17 de marzo de 1966, fecha desde la cual Plesetsk es utilizado con fines duales; como punto de lanzamiento de vehículos espaciales, así como área de pruebas de misiles de combate. El 11 de noviembre de 1994, Plesetsk recibió el estatus de Centro Espacial por parte de la Federación Rusa. Actualmente una parte del Centro Espacial de Plesetsk está a cargo de las Fuerzas Espaciales Rusas⁶ y provee un área para pruebas de proyectos espaciales mayores con capacidad de lanzamiento de cohetes livianos y medianos. Esta instalación posee seis complejos de lanzamiento con 9 posiciones disponibles para cohetes tipo *Soyuz*, *Molniya*, *Kosmos* y *Tsyklon-3*, encontrándose en construcción una posición de lanzamiento para el cohete *Rokot*. De igual manera cuenta con 8 instalaciones de ensamble y prueba que albergan 37 complejos que permiten hacer el alistamiento técnico de los cohetes y naves espaciales. A partir del 2001, este Centro Espacial inicio un proceso de modernización para desarrollar el complejo de cohetes espaciales modulares *Angara*, proveyendo una nueva infraestructura para el lanzamiento de cohetes livianos, medianos y pesados (State Space Corporation ROSCOSMOS, s.f.).

El tercer centro espacial en el cual Roscomos desarrolla operaciones es el Centro Espacial Francés y Europeo conocido como Centro Espacial Guyana, ubicado al noroccidente de Kourou en la Guyana Francesa. Esta instalación inició operaciones en 1968 y es particularmente conveniente debido a su ubicación geográfica que satisface los mayores requerimientos de un puerto de lanzamiento, como son su cercanía al Ecuador y el contar con un área oceánica abierta al este de su posición. La ESA, la Agencia Espacial Francesa, Roscosmos y las compañías Arianespace y Azercosmos llevan a cabo lanzamientos desde este centro espacial; desde allí la ESA envía las misiones con carga logística a la Estación Espacial Internacional, usando un Vehículo de Transferencia Automatizado (State Space Corporation ROSCOSMOS, s.f.).

El cuarto centro espacial bajo responsabilidad de Roscomos es el Centro Espacial Civil Vostochny, ubicado en la ciudad de Tsiolkovsky, el cual fue proyectado como un centro tecnológico y clúster espacial. La construcción de este centro espacial inició en 2006, teniendo como objetivo asumir la mayor parte de las operaciones espaciales que se realizan en Baikonur, proveyendo oportunidades laborales para más de 80.000 personas y asegurando el acceso independiente al espacio exterior desde territorio ruso, a través de un amplio rango de capacidades que incluyen el lanzamiento

6. En un principio, la Unión Soviética contaba con unas Tropas de Misiles de Designación Estratégica, a cargo de la Sección de Operaciones Espaciales de las Fuerzas Armadas; luego, en 1967, se inauguraron las Fuerzas de Antimisiles y Defensa Espacial. Pero con la desaparición de la Unión Soviética, la Federación de Rusia crearía la Fuerza Espacial en 1992, cómo subárea de la Fuerza Aérea Rusa; y a pesar de que la Fuerza Espacial de Rusia ha sido disuelta y restablecida varias veces, ha permanecido activa últimamente desde 2015.

de naves espaciales, vuelos espaciales tripulados y exploración del espacio profundo; convirtiendo a Rusia en un importante aliado para el desarrollo de proyectos espaciales internacionales (State Space Corporation ROSCOSMOS, s.f.).

4.4. Estación Espacial Internacional

La interacción entre los proyectos espaciales soviético y estadounidense tuvo un especial hito en 1975, con el desarrollo de la prueba de integración de los módulos *Apolo* y *Soyuz*, que permitió su acople mientras orbitaban la Tierra. Esta prueba garantizó la compatibilidad de las tecnologías y permitió que astronautas y cosmonautas desarrollaran trabajos conjuntos en el espacio antes de separarse en sus respectivos módulos. La construcción de la Estación Espacial Internacional inició en 1988 con el lanzamiento y puesta en órbita por parte de la Unión Soviética del primer módulo, conocido como *Zarya*, descendiente de la nave espacial *TKS* del programa de estaciones espaciales soviéticas *Salyut*. Posteriores módulos como el *Zvezda*, *Pirs*, *Rassvet*, entre otros, se acoplarían a la Estación Espacial Internacional.

Actualmente, Roscosmos como representante de la Federación de Rusia, se encuentra integrado en la Estación Espacial Internacional a las agencias espaciales de Estados Unidos, Japón, Europa y Canadá, dando cumplimiento a los tratados y acuerdos intergubernamentales pactados para este proyecto espacial. Esta estación espacial que se encuentra ubicada en la órbita baja de la Tierra, sirve como un laboratorio de investigación del medio ambiente espacial y micro gravedad, en el cual los miembros de la tripulación conducen experimentos en biología, biología humana, física, astronomía, meteorología y otros campos; también se utiliza como un área de pruebas para sistemas espaciales y equipo requerido para el desarrollo de las futuras misiones a la Luna y Marte (State Space Corporation ROSCOSMOS, s.f.).

Gracias al involucramiento en este tipo de proyectos, a las reformas introducidas en las empresas aeroespaciales, al posicionamiento del país en el sistema de cooperación espacial internacional y a la revisión profunda de los objetivos estratégicos de desarrollo, la actual industria espacial rusa ha experimentado un resurgimiento notorio en todos sus campos. Esto ha permitido que las decisiones sobre los desarrollos espaciales integren objetivos específicos enfocados al progreso y autosuficiencia de la industria espacial, al fortalecimiento de la capacidad defensiva rusa y al desarrollo de las relaciones internacionales en búsqueda de nuevas oportunidades.

4.5. Programa Espacial

El Programa Espacial Ruso contempla un periodo de desarrollo de 2016 a 2025, a través del cual proyecta alcanzar considerables avances basados en la experiencia acumulada en este sector a través de la historia. Este incluye entre otros proyectos la misión *Exomars* a Marte, que se desarrolla en conjunto con la ESA; la realización de una serie de misiones robóticas a la Luna; la puesta en órbita de un grupo de satélites de comunicaciones y transmisión de televisión y radio que garanticen la independencia de la información en Rusia, estableciendo como objetivo alcanzar un máximo de 73 satélites para el 2025; el incremento del número de naves espaciales tripuladas y no tripuladas en las órbitas cercanas a la tierra para satisfacer los requerimientos mínimos de la exploración espacial rusa; la finalización de la construcción del segmento orbital ruso en la Estación Espacial Internacional, planeando el lanzamiento de 3 nuevos módulos que se acoplarán en los años 2020, 2021 y 2022; la operación del Centro Espacial Vostochny a partir del 2023 para todos los lanzamientos al espacio de naves tripuladas y no tripuladas rusas; la puesta en órbita del laboratorio espacial *Spektr-RG*, por medio del cual la Academia de Ciencias Rusa conducirá investigaciones enfocadas en adquirir y proveer información científica; y la implementación del proyecto del Centro Espacial Nacional como clúster tecnológico para atraer compañías con afinidad al sector espacial, que junto a Roscosmos desarrollen proyectos en tecnología espacial, microelectrónica, ingeniería mecánica y aviación (The Russian Government, 2016).

Por otra parte, y en atención a los enormes y potenciales riesgos de trabajar en el espacio exterior (especialmente en el espacio profundo), en el 2002 se contrató con la Fundación de Proyectos de Investigación Avanzada, el desarrollo de un programa denominado *Final Experimental Demonstration Object Research* (FEDOR por sus siglas en inglés), con el fin de diseñar y construir un robot humanoide que aprendiera y ayudara a la tripulación con las rutinas espaciales en la Estación Espacial Internacional (State Space Corporation ROSCOSMOS, 2019). FEDOR partió hacia el espacio el 22 de agosto de 2019 desde el Centro Espacial de Baikonur, en una nave espacial no tripulada *Soyuz MS-14*, la cual se arribó el 27 de agosto de 2019 (France 24, 2019). De esta manera Rusia busca a través de robots humanoides como FEDOR, crear un sistema de respaldo para las actividades espaciales y las misiones de exploración en el espacio profundo. Inicialmente será controlado desde la Estación Espacial Internacional, planeando en el futuro controlarlo desde la Tierra.

5. República Popular China

5.1. Antecedentes

La República Popular de China visualiza la industria espacial como un componente importante de la estrategia de desarrollo del Estado, adhiriéndose a los principios de exploración y utilización del espacio exterior con fines pacíficos, conceptos que ha mantenido vigentes durante los últimos 60 años. Desde el establecimiento de la industria espacial en 1956, China ha realizado grandes avances en tecnología espacial, incluyendo el desarrollo y fabricación de misiles, cohetes, satélites, vuelo espacial tripulado y sondas espaciales. Estos adelantos tecnológicos han abierto un camino para la independencia tecnológica y la innovación en el país, fortaleciendo el espíritu nacionalista con relación a la industria espacial china. Sumado a lo anterior y con el objetivo de fortalecer y estimular el interés por la innovación, el Gobierno Chino instituyó desde el 2016 al 24 de abril como fecha de conmemoración del Día Espacial Nacional.

El cumplimiento de las actividades espaciales de la República Popular de China está a cargo de la Administración Espacial Nacional China (CNSA por sus siglas en inglés), entidad responsable de alcanzar los objetivos espaciales del Estado; definiendo la exploración del cosmos, el desarrollo de la industria y la construcción del poder espacial, como el sueño que se deben perseguir sin descanso. Para lograrlo, el Programa Espacial chino propone una estrategia integral que vincula conceptos de innovación, cuidado con el medio ambiente, apertura, desarrollo conjunto, promoción de las ciencias espaciales, tecnología y aplicaciones espaciales, en beneficio del desarrollo nacional y del bienestar de la humanidad. La estrategia espacial china plantea como propósito principal explorar el espacio exterior con fines pacíficos para mejorar el entendimiento de la tierra y del cosmos; promover el progreso social; generar beneficios para toda la humanidad; alcanzar metas económicas, científicas y de desarrollo tecnológico; proveer seguridad nacional; mejorar el nivel cultural y científico del pueblo chino; proteger los derechos e intereses de China; y fortalecerse como Estado. Esta misma estrategia espacial tiene como visión posicionar a China como protagonista del poder espacial mundial a través de sus capacidades autónomas de innovación, descubrimientos científicos e investigaciones de alta tecnología, de manera que le permita alcanzar el sueño chino de renovar la nación, mientras contribuye positivamente al progreso de la humanidad (China National Space Administration, 2016).

De esta manera la estrategia espacial china está enfocada en servir de apoyo a la estrategia de desarrollo nacional, integrando los principios de innovación, coordina-

ción, apertura y uso pacífico. El principio de desarrollo de innovación busca alcanzar la independencia en esta materia, considerándola como el núcleo del desarrollo de la industria espacial. Esto lo realiza a través de la implementación de proyectos tecnológicos y de ciencia espacial, el fortalecimiento de la investigación y la exploración científica, la invención tecnológica, e introduciendo profundas reformas institucionales que estimulan la innovación y fomentan el rápido desarrollo de la industria espacial.

A través del principio de desarrollo coordinado, China asigna recursos para impulsar fuerzas sociales que se vinculen organizadamente al desarrollo espacial. De esta manera, todas las actividades espaciales son coordinadas bajo un plan estatal que promueve el desarrollo comprensivo de la ciencia, tecnología y aplicaciones espaciales, mejorando la eficiencia y calidad del progreso espacial. Con relación al principio de apertura, busca combinar su independencia con el desarrollo abierto y la cooperación internacional. En este sentido se compromete con programas de intercambio basados en principios de igualdad y beneficio mutuo, uso pacífico del espacio, desarrollo inclusivo, promoción del progreso de la industria espacial y de desarrollo sostenible integral de largo plazo. Mediante el principio de uso pacífico, China se adhiere al desarrollo pacífico del espacio exterior y se opone a la carrera armamentista en el espacio. En tal virtud, desarrolla y utiliza los recursos espaciales de manera prudente, tomando medidas efectivas para proteger el medio ambiente espacial y garantizar el uso del espacio en beneficio de la humanidad.

5.2. Proyectos Espaciales

El Programa Espacial Chino planea mejorar las capacidades de su industria espacial mediante la conducción de importantes proyectos espaciales, que incluyen entre otros: fortalecer la investigación en tecnologías de vanguardia; implementar el vuelo espacial tripulado y la exploración lunar; consolidar el sistema de navegación satelital *Beidou* y los sistemas de observación de la Tierra en alta resolución; proyectar la nueva generación de vehículos lanzadores; crear un nuevo programa tecnológico y científico que lidere nuevos proyectos espaciales; mejorar la infraestructura espacial; fomenta el uso de aplicaciones espaciales; y estimular la generación de investigaciones en ciencia espacial (China National Space Administration, 2016).

Con relación a los proyectos enfocados en sistemas de transporte espacial, China busca desarrollar y lanzar vehículos espaciales de mediana capacidad no tóxicos, ni contaminantes, introduciendo una nueva generación de vehículos lanzadores. Así mismo, conducirá proyectos para el desarrollo de vehículos lanzadores pesados que

incorporan avances en tecnologías claves con relación a sistemas espaciales y motores de alta potencia. Igualmente, conducirá investigaciones en nuevas tecnologías para vehículos lanzadores de bajo costo, con nuevas etapas superiores y sistemas de transporte espacial reutilizables.

En cuanto a infraestructura espacial, proyecta mejorar sus sistemas satelitales de sensoramiento remoto, comunicaciones, posicionamiento y navegación; al tiempo que planea construir una red de información integrada espacio-tierra. A través de esta infraestructura espacial busca consolidar una capacidad permanente que impulse el sector industrial satelital y las aplicaciones basadas en tecnología espacial. Específicamente en lo relacionado con sistemas satelitales de sensoramiento remoto, se enfoca en el desarrollo de tecnologías de observación de la tierra, el océano y la atmósfera. Así mismo, planea el mejoramiento de la red de estaciones de recepción de satélites, centros de datos, plataformas de integración de datos y plataformas de soporte de aplicaciones comunes que provean servicios a nivel mundial.

Respecto a tecnologías de comunicación satelital, proyecta impulsar las aplicaciones industriales y comerciales, operando principalmente a través de modelos de negocio que satisfagan las necesidades de bienestar público. China desarrollará un concepto de comunicaciones fijas y móviles basadas en satélite, construyendo una red integrada de información, conformada por satelitales en la órbita alta y baja, así como con estaciones en tierra. Referente a los sistemas de navegación satelital, continuará mejorando las capacidades del servicio del Sistema de Navegación Satelital Beidou-2. A través de este sistema planea proveer servicios básicos de navegación a los países ubicados a lo largo del Cinturón Económico del Camino de la Seda, buscando conformar una red de 35 satélites de navegación para el 2020.

Con relación a los proyectos de vuelo espacial tripulado, el 22 de abril de 2017 China realizó un satisfactorio acople del vehículo de carga *Tianzhou-1* con el laboratorio espacial *Tiangong-2* (Spaceflight, 2017), iniciando la exploración de tecnologías que utilizará en los nuevos vehículos de carga, en los módulos y construcción de la estación espacial y en el mejoramiento de la capacidad de vuelo tripulado para adelantar la exploración espacial y el desarrollo del espacio cislunar. En cuanto a la exploración del espacio profundo, continuará su proyecto de exploración lunar, buscando obtener muestras extraterrestres de manera automatizada. Para esto contemplaron una estrategia de tres pasos que incluye orbitar, aterrizar y regresar de la Luna, por medio de las sondas *Chang'e-4* y *Chang'e-5*. La sonda *Chang'e-4* aterrizó el 03 de enero de 2019 (BBC News Mundo, 2019) en el cráter Von Karman, situado en el Polo Sur de la Luna, iniciando la explora-

ción lunar que incluye el desarrollo de estudios geológicos e investigaciones biológicas. En cuanto a la sonda *Chang'e-5*, planea ser puesta en órbita en el 2020, contemplando su regreso a la tierra con muestras lunares para análisis e investigaciones en laboratorio. A través de los datos y muestras obtenidas por ambas sondas, se tiene como objetivo entender la formación y evolución de la Luna. Por otra parte, China planea lanzar su primera sonda de exploración a Marte en el 2020, con el fin de conducir estudios e investigaciones acerca de este planeta. Igualmente tiene la intención de realizar misiones de exploración en asteroides, a Júpiter y otros planetas. Todas estas misiones están enfocadas en desarrollar investigaciones científicas que ofrezcan datos acerca del origen y evolución del Sistema Solar, así como indagar acerca de vida extraterrestre.

Referente al desarrollo de nuevas tecnologías, adelanta experimentos en tecnologías espaciales que proveen soporte a su industria espacial. En este sentido, en el 2016 lanzó el satélite *TanSat* (Chinese Academy of Sciences, 2018), con la misión de monitorear el dióxido de carbono en la Tierra. A partir del 2017 desarrolló y lanzó tres satélites experimentales con nuevas tecnologías en comunicación satelital, el *Shijian-13*, *Shijian-17* y *Shijian-18* (China National Space Administration, 2017), los cuales se encuentran en prueba en la órbita geoestacionaria. Por otra parte, conduce experimentos en tecnologías relacionadas con nueva propulsión eléctrica y comunicaciones laser, y planea construir un sistema de mantenimiento y servicio en órbita para naves espaciales. Con relación a la infraestructura de lanzamiento espacial, se enfoca en mejorar su infraestructura, aumentando su confiabilidad a través del perfeccionamiento de las capacidades y equipo en tierra, e incrementando los equipos redundantes que soportan el cumplimiento de los diferentes tipos de lanzamientos. Igualmente, proyecta la construcción de nuevos lugares de lanzamiento abiertos a la cooperación internacional y al servicio de múltiples usuarios y necesidades.

Respecto a las aplicaciones espaciales, se enfoca en mejorar los servicios de aplicaciones, orientándolas a la industria, las regiones y al público en general; proveyendo aplicaciones integradas y soluciones basada en información espacial. De esta manera buscan elevar los estándares operacionales y niveles de industrialización de las aplicaciones espaciales, apalancando la seguridad nacional y el desarrollo económico y social del país. Referente a la ciencia espacial, China busca llegar a las fronteras científicas y tecnológicas del espacio, haciendo uso de una serie de nuevos programas satelitales científicos con características de desarrollo sostenible, que refuerzan la investigación aplicada, pretendiendo mejorar el conocimiento del Universo por medio de investigaciones en astronomía y física espacial, así como en experimentos científicos y cuánticos, e investigaciones espaciales aplicadas.

Con relación al medio ambiente espacial, busca mejorar los sistemas de estandarización con relación a desechos espaciales, objetos cercanos a la tierra y clima espacial. Para el caso de los desechos espaciales mejorará y compartirá las bases de datos de estos y desarrollará un Sistema Integrado de Monitoreo de Basura Espacial, Alerta Temprana y Respuesta ante Emergencias.

5.3. Políticas del Desarrollo Espacial

El Gobierno Chino formuló 8 políticas específicas para apoyar la industria espacial y crear condiciones favorables para su desarrollo rápido y sostenible. En este sentido asignó la responsabilidad de su implementación y cumplimiento a la Administración Espacial Nacional China (China National Space Administration, 2016).

La primera política propende por el desarrollo de actividades espaciales racionalmente organizadas. Bajo esta política se asigna como prioridad la construcción y uso de la infraestructura espacial, la exploración espacial y la investigación científica, buscando integrar sus esfuerzos para expandir las capacidades de acceso y uso del espacio, en un ambiente seguro de operación.

La segunda política contempla el fortalecimiento de la innovación espacial. Por medio de esta política un gran número de proyectos científicos y tecnológicos están siendo implementados, promoviendo el progreso en tecnología y ciencia espacial. Dentro de esta política, se identifican actores con roles específicos, que permiten crear un ambiente de innovación en el cual se coordinan los esfuerzos del gobierno, las empresas, las universidades, las instituciones de investigación y los clientes finales; creando relaciones técnico-industriales basadas en innovación, que dan forma a una cadena industrial.

La tercera política establece la creación de una capacidad industrial espacial transformada y actualizada. Esta política fue desarrollada para construir un sistema integrado y abierto en el cual se integren sistemas, contratistas especializados, proveedores de mercado y proveedores de servicios públicos, enfocados en dar solución a las necesidades de la economía nacional, abarcando el proceso productivo, desde la investigación científica hasta la producción. De esta manera, se estableció un proyecto para reforzar la estructura espacial, con el fin de solucionar los cuellos de botella y obstáculos concernientes a materiales claves, partes espaciales y tecnología avanzada, incluyendo en este proceso la mejora de los sistemas de estándares y medidas.

La cuarta política busca proveer una industria acelerada de aplicaciones satelitales. Bajo esta política se enfoca la generación de normatividad para el uso de aplicaciones

satelitales, estándares nacionales y sistemas de calidad. Los mecanismos de soporte para la integración de datos satelitales son mejorados a través de la actualización de las plataformas de datos, de manera que se cree un medio ambiente que impulse la industria de aplicaciones satelitales. Por otra parte, se encuentra en desarrollo la creación de clústeres industriales y la generación de mercados para las aplicaciones satelitales, articulados con la cadena industrial. Así mismo, fomentan la integración de tecnologías satelitales con el internet, bases de datos masivas, internet de las cosas y otras industrias emergentes, creando nuevos productos, tecnologías, modelos de negocios y áreas de crecimiento, que permiten generar espacios para una masiva capacidad de emprendimiento e innovación.

La quinta política contempla una fortalecida y relevante legislación de trabajo. A través de esta política se lidera la creación de una legislación nacional que oriente la industria espacial, incluyendo la formulación de regulaciones en cuanto a manejo de datos espaciales, administración de aplicaciones derivadas y la gestión de exportaciones de productos astronáuticos y nuevas tecnologías. Las regulaciones se enfocan también en proyectos de lanzamiento espacial, registro de elementos relacionados con el espacio, permisos para investigación científica, tecnológica y producción; proveyendo un soporte legal para el crecimiento de la industria espacial China.

La sexta política considera el mejoramiento de los sistemas de financiación. Esta política establece un enfoque de inversión gubernamental sostenible que garantiza el financiamiento de las actividades espaciales, definiendo una lista de proyectos espaciales a capitalizar. En este sentido, el Gobierno Chino ha incrementado su interacción con inversionistas privados, no gubernamentales y de otros sectores, quienes son estimulados a participar en proyectos de la industria espacial.

La séptima política busca fortalecer el entrenamiento de profesionales para la industria espacial. De esta manera establecieron los mecanismos relacionados con el entrenamiento, evaluación e incentivos para los profesionales espaciales, conformando un grupo de personas altamente calificadas, que tendrán a su cargo la responsabilidad de diseñar y desarrollar los nuevos proyectos y programas espaciales. Dentro de este enfoque académico incorporaron científicos en estrategia, líderes en investigación, diferentes áreas de conocimiento técnico, emprendedores, y expertos en cooperación internacional.

La octava política contempla la disseminación del conocimiento espacial. Bajo esta política China adelanta diferentes eventos tales como: el día espacial chino, la semana espacial mundial y la semana de la ciencia y la tecnología, entre otros. Lo anterior

con el fin de estimular el conocimiento del espacio, promover el programa espacial tripulado e inspirar el sentimiento espacial nacional, enfocándose especialmente en incitar en los jóvenes el interés hacia la ciencia, la exploración de lo desconocido y la innovación, congregando cada vez más personas entorno a la industria espacial.

5.4. Cooperación internacional

El Gobierno Chino sostiene que todos los países del mundo poseen iguales derechos para explorar, desarrollarse y utilizar pacíficamente el espacio exterior y los cuerpos celestes, en beneficio del desarrollo económico, social y seguro de la humanidad. Así mismo considera que el intercambio y cooperación internacional debe ser fortalecido bajo los principios de igualdad, mutuo beneficio y desarrollo inclusivo (China National Space Administration, 2016).

En este sentido, adoptaron políticas específicas con relación al intercambio y cooperación internacional espacial que establecen: apoyar las actividades con relación al uso pacífico del espacio exterior dentro del marco regulatorio de las Naciones Unidas; apoyar las actividades de todas las organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales que promuevan el desarrollo de la industria espacial; fortalecer la cooperación bilateral y multilateral como base para alcanzar objetivos comunes; apoyar y proyectar la Organización de Cooperación Espacial Asia-Pacífico (ASPCO por sus siglas en inglés), como un actor importante en cooperación espacial regional, desarrollando cooperación espacial bajo el mecanismo de cooperación BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica) y dentro del marco de la Organización de Cooperación de Shanghái; y apoyar los esfuerzos de institutos nacionales de investigación, empresas industriales, instituciones de alto nivel educativo y organizaciones sociales, para desarrollar intercambios y cooperación espacial de diversas formas y en varios niveles, bajo la guía de políticas estatales, leyes y regulaciones en esta materia.

En el marco de la estrategia de intercambio y cooperación internacional, China ha firmado 43 acuerdos de cooperación espacial y memorandos de entendimiento con 29 países, agencias espaciales y organizaciones internacionales que han traído importantes beneficios al país; varios de ellos en proyectos y actividades auspiciadas por la Organización de Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales.

Específicamente en cuanto a cooperación internacional bilateral, China ha establecido importantes convenios con Rusia, por medio del cual promueven la cooperación en temas de exploración del espacio profundo, vuelo espacial tripulado, observación de la tierra, navegación satelital, fabricación de componentes espaciales y partes elec-

trónicas, entre otras áreas; con la ESA, por medio del cual establecen su determinación para cooperar en exploración del espacio profundo, ciencia espacial, observación de la tierra, servicios de telecomunicaciones, desechos espaciales, educación y entrenamiento espacial, el lanzamiento de un satélite para toma de imágenes panorámicas del viento solar y su interacción con la magnetosfera, y en el programa de Dragon-3; con Brasil, a través del cual se generaron mecanismos de cooperación para el desarrollo del Programa Satelital de Monitoreo de los Recursos de la Tierra (CBERS por sus siglas en inglés), el programa de aplicación y manejo de datos de satélite de sensoramiento remoto, la actualización de las estaciones de recepción del programa CBERS ubicadas en Suráfrica y Singapur, y la puesta en funcionamiento del laboratorio conjunto de meteorología espacial; con Francia, para el desarrollo de programas satelitales enfocados en astronomía, el océano y otras áreas, así como en la aplicación de tecnologías espaciales para administrar los retos impuestos por el cambio climático; y con Italia, a través del cual han desarrollado permanentes investigaciones en el Programa Satelital Experimental de Monitoreo Electromagnético.

Por otra parte China ha adelantado acuerdos y memorandos de entendimiento espacial con Gran Bretaña, para la promoción y construcción de un laboratorio conjunto enfocado en ciencia y tecnología espacial, creando intercambios de personal e impulsando estudios conjuntos con relación a aplicaciones de sensoramiento remoto; con Alemania, para promover el diálogo entre sus industrias espaciales, fortaleciendo la cooperación en procesos de manufactura de productos espaciales; con Holanda, para promover las aplicaciones de sensoramiento remoto en agricultura, recursos hídricos y medio ambiente atmosférico; y con los Estados Unidos, para conducir actividades espaciales civiles en cuanto a desechos espaciales, meteorología espacial, respuesta al cambio climático y otras áreas. Así mismo, China estableció mecanismos de cooperación espacial bilateral con Argelia, Argentina, Bélgica, India, Indonesia y Kazajistán para desarrollar proyectos en áreas de tecnología espacial, aplicaciones espaciales, ciencia espacial, educación y entrenamiento.

Con relación a los mecanismos de participación y cooperación multilateral, China participa activamente en las actividades del Comité de Uso Pacífico del Espacio Exterior de las Naciones Unidas, así como en diferentes escenarios en los cuales se abordan temas de la regulación espacial internacional. En este mismo sentido, firmó un memorando de entendimiento con la Organización de Naciones Unidas, enfocado en proveer soporte técnico y datos con relación a la observación de la tierra, promoviendo la integración y la cooperación entre el Programa Satelital de Observación de la Tierra chino y el de las Naciones Unidas, apoyando así activamente el esfuerzo internacional

para la prevención y reducción del impacto de los desastres a nivel global. Debido a esta cooperación espacial, las Naciones Unidas establecieron una oficina en Beijing para administrar la respuesta a desastres y emergencias, basados en información espacial. Así mismo, establecieron en esta misma ciudad, un Centro Regional de Educación en Ciencia y Tecnología Espacial para Asia-Pacífico, con el fin de promover el entrenamiento de personas en temas espaciales.

Igualmente, dentro del marco de Cooperación Espacial Asia-Pacífico, participa activamente en el Programa Conjunto de la Constelación de Satélites Pequeños Multimisión, concebido como una iniciativa para proveer una capacidad espacial regional. Así mismo, con las agencias espaciales de Brasil, Rusia, India y Suráfrica, ha promovido activamente la construcción de la Constelación de Satélites de Sensoramiento Remoto del BRICS; y por otra parte creó el Centro de Información Satelital con Aplicación Marítima y el Centro de Intercambio de Información Espacial del río Lancang-Mekong.

Adicionalmente y como parte de su estrategia espacial, China promueve y apoya sus empresas nacionales para participar en actividades comerciales espaciales. De esta manera ha exportado y entregado satélites en órbita a países como Nigeria, Venezuela, Bolivia, Laos y Bielorrusia, entre otros. De igual manera provee servicios comerciales de lanzamiento para sus propios intereses y de terceros; incorporando el servicio de lanzamiento de satélites pequeños que han utilizado países como Ecuador, Argentina, Polonia, Luxemburgo y entre otros.

6. Conclusiones

Es innegable como las actividades espaciales han mejorado el conocimiento del hombre tanto del espacio como del planeta Tierra, consolidándose como un importante motor de progreso; por esta razón, cada vez más, tanto gobiernos como entidades privadas se involucran en actividades espaciales con impacto estratégico, en un interés global por desarrollar capacidades o tecnologías vinculadas con el espacio que generen réditos para los habitantes de la tierra. De esta manera, el actual estilo de vida de las sociedades se encuentra en un periodo de transformación, siendo moldeado en gran medida por los avances logrados en tecnología espacial.

En este mismo sentido y después de relatar cada uno de los programas espaciales de Europa, Estados Unidos de América, la Federación Rusa y la República Popular de China, se puede evidenciar la elevada importancia que estos miembros de la comunidad espacial internacional le asignan al desarrollo y al mejoramiento continuo de las tecnologías espaciales en beneficio de sus intereses y de la humanidad.

Los cuatros programas contemplan temas comunes que consideran vitales para el desarrollo de su estrategia espacial, los cuales son: necesidad de garantizar y mejorar la capacidad de acceso y explotación del espacio; desarrollo comercial de las tecnologías satelitales que orbitan la tierra; fomento de aplicaciones basadas en tecnología satelital; exploración del espacio cislunar, la Luna, asteroides y desarrollo de misiones dentro de nuestro Sistema Solar, así como del espacio profundo, tanto para adquirir conocimiento científico, como para la explotación comercial, la identificación de potenciales lugares que alberguen la vida humana fuera de la Tierra, la identificación de vida extraterrestre y para la defensa del planeta ante amenazas naturales del espacio; cooperación internacional y adelanto de proyectos conjuntos; desarrollo de nuevos vehículos lanzadores y fuentes de energía; vuelo espacial tripulado; uso racional del espacio y administración de los desechos espaciales; socialización de los beneficios de las tecnologías espaciales; estímulo a las futuras generaciones para educarse en ciencias espaciales; uso de la actual capacidad espacial para administrar desastres en la superficie terrestre; y el compromiso para el uso del espacio exterior con fines pacíficos.

De esta manera se evidencia la importancia que el espacio representa para las potencias mundiales, lo cual sin duda estimula a todo tipo de actores para tomar la decisión de acceder, explotar y explorar el espacio, en el cual aún casi todo está por descubrir.

Referencias

- Air Force Space Command. (2019). *Air Force Space Command*. Retrieved from <https://www.afspc.af.mil/About-Us/AFSPC-History/>
- BBC News Mundo. (2019, Enero 3). *BBC*. Retrieved from <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46743408>
- China National Space Administration. (2016, December 27). *China National Space Administration*. Retrieved from <http://www.cnsa.gov.cn/english/n6465652/n6465653/c6768527/content.html>
- China National Space Administration. (2016, December 27). *China National Space Administration*. Retrieved from <http://www.cnsa.gov.cn/english/n6465652/n6465653/c6768527/content.html>
- China National Space Administration. (2016, December 27). *China National Space Administration*. Retrieved from <http://www.cnsa.gov.cn/english/n6465652/n6465653/c6768527/content.html>
- China National Space Administration. (2016, December 27). *China National Space Administration*. Retrieved from <http://www.cnsa.gov.cn/english/n6465652/n6465653/c6768527/content.html>

- China National Space Administration. (2017, February 27). *China National Space Administration*. Retrieved from <http://www.cnsa.gov.cn/english/n6465652/n6465653/c6778858/content.html>
- Chinese Academy of Sciences. (2018, April 17). *Phys.org*. Retrieved from <https://phys.org/news/2018-04-global-carbon-dioxide-chinese-satellite.html>
- Communication Department. (2019, March 20). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/What_is_ESA
- Dumbbar, B. (2019, September 4). *National Aeronautics and Space Administration*. Retrieved from https://www.nasa.gov/about/org_index.html
- European Space Agency. (2016). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/About_satellite_navigation2
- European Space Agency. (2017, October 10). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Transportation/Space_Transportation_strategy
- European Space Agency. (2017, May 10). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Transportation/New_Technologies/FLPP_preparing_for_Europe_s_next-generation_launcher
- European Space Agency. (2017, August 24). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo_and_EGNOS
- European Space Agency. (2017, February 21). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Directorate_of_Technology_Engineering_and_Quality_TEC
- European Space Agency. (2018, October 3). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/Our_Activities/Telecommunications_Integrated_Applications/ARTES/About_ARTES
- European Space Agency. (2019). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth
- European Space Agency. (2019, January 28). *European Space Agency*. Retrieved from: https://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/About_human_and_robotic_exploration
- European Space Agency. (2019). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Transportation/Space_Transportation_and_industry
- European Space Agency. (2019, February 5). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/ESA_s_Cosmic_Vision
- European Space Agency. (2019, April 17). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/Our_Activities/Operations/About_Operations

- European Space Agency. (2019, March 8). *European Space Agency*. Retrieved from https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Safety/Plans_for_the_future
- France 24. (2019, August 27). *France 24*. Retrieved from <https://www.france24.com/en/20190827-russia-space-station-spacecraft-carrying-humanoid-robot-fedor-docs-iss-soyuz>
- Howell, E. (2018, January 30). *Space*. Retrieved from <https://www.space.com/22724-roscomos.html>
- Jim, W., & Brian, D. (2018, April 2). *National Aeronautics and Space Administration*. Retrieved from <https://www.nasa.gov/content/nasa-history-overview>
- National Aeronautics and Space Administration. (2018). *NASA Strategic Plan 2018. Strategic Plan*. Washington D.C., Columbia, United States.
- Popovkin, V. (n.d.). *Government of the Russian Federation*. Retrieved September 2019, from <http://archive.government.ru/eng/power/106/>
- Presidency of the United States. (2017, December 11). *Space Policy Directive 1 . Space Policy Directive*. Washington D.C., Columbia, United States.
- Presidency of the United States. (2019, February 19). *Space Policy Directive 4. Space Policy Directive*. Washington D.C., Columbia, United States.
- Presidency of the United States of America. (2010, June 28). *National Space Policy of the United States of America. National Space Policy*. Washington D.C., Columbia, United States.
- Spaceflight. (2017, April 22). *Spaceflight*. Retrieved from <http://spaceflight101.com/tiangong-2/tianzhou-1-cargo-vehicle-arrives-at-tiangong-2/>
- State Space Corporation ROSCOSMOS. (2019, August 1). *State Space Corporation ROSCOSMOS*. Retrieved from <http://en.roscomos.ru/20847/>
- State Space Corporation ROSCOSMOS. (n.d.). *State Space Corporation ROSCOSMOS*. Retrieved September 2019, from <http://en.roscomos.ru/174/>
- State Space Corporation ROSCOSMOS. (n.d.). *State Space Corporation ROSCOSMOS*. Retrieved September 2019, from <http://en.roscomos.ru/479/>
- State Space Corporation ROSCOSMOS. (n.d.). *State Space Corporation ROSCOSMOS*. Retrieved September 2019, from <http://en.roscomos.ru/480/>
- State Space Corporation ROSCOSMOS. (n.d.). *State Space Corporation ROSCOSMOS*. Retrieved September 2019, from <http://en.roscomos.ru/484/>
- State Space Corporation ROSCOSMOS. (n.d.). *State Space Corporation ROSCOSMOS*. Retrieved September 2019, from <http://en.roscomos.ru/255/>
- State Space Corporation ROSCOSMOS. (n.d.). *State Space Corporation ROSCOSMOS*. Retrieved September 2019, from <http://en.roscomos.ru/202/>
- The Russian Government. (2016, March 17). *The Russian Government*. Retrieved from <http://m.government.ru/en/all/22220/>

