



CAPÍTULO IV

EL ESPACIO EXTERIOR, ESCENARIO DE COMPETENCIA O COOPERACIÓN EN AMÉRICA DEL SUR: LOS CASOS DE ARGENTINA, BRASIL, MÉXICO Y VENEZUELA*

*Carlos Enrique Álvarez Calderón
CR. (RA). Álvaro Molano Valbuena,
CR. Carlos Giovanni Corredor Gutiérrez
CR. Martín Fernando Zorrilla.*

* Este capítulo hace parte del Proyecto de Investigación de la Maestría en Seguridad y Defensa Nacionales, *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 social y económico constituiría una prioridad para el Estado, por lo que es de vital relevancia contar con una política estratégica que contemple el espacio exterior como un recurso que pueda ser utilizado a favor de sus ciudadanos. A pesar de las enormes inversiones que signifique poner en marcha programas espaciales ambiciosos, el interés por los temas espaciales trasciende a los Estados desarrollados y, por ello, en regiones como América Central o América del Sur, podrían evidenciarse avances en la implementación de organizaciones y proyectos relacionados con la exploración y uso del espacio ultraterrestre.

Quizás producto de la propia dinámica política de Latinoamérica y el enfoque reduccionista de su empleo exclusivo en temas de seguridad y defensa, no se ha facilitado una abierta colaboración entre los diferentes programas espaciales de los Estados latinoamericanos, dificultando así la consecución de metas ambiciosas entre ellos.

Cualquiera sea el caso bajo consideración, la política espacial debe ser catalogada como un asunto estratégico para la economía nacional, la generación de servicios tangibles a la sociedad, y la protección de la soberanía del territorio. La integración de diversos actores alrededor del aprovechamiento del espacio constituye un pilar fundamental para la competitividad, la cual a su vez abarca tanto la decisión de destacarse entre otros Estados (competencia), como la de trabajar con ellos en busca de beneficios comunes (cooperación). Si bien los desafíos de competitividad de cara al uso del espacio pueden ser complejos, los esfuerzos aislados de diferentes actores nacionales no redundarán en favor de la obtención de logros significativos.

2. La Importancia de Explorar El Espacio

El espacio fue en algún momento de dominio exclusivo de los Estados más ricos y desarrollados; en efecto, Estados Unidos y la Unión Soviética, y en cierta medida la Unión Europea, dominaron el uso del espacio y la tecnología a él asociada en las

primeras décadas después de la Segunda Guerra Mundial. Pero los primeros decenios del siglo XXI han sido testigos de un aumento en el número de Estados con programas espaciales públicos; no menos de 30 Estados en desarrollo, incluidos Brasil, Irán e India, poseerían en la actualidad programas espaciales nacionales con probada capacidad de lanzamiento independiente o planes concretos para lograrlo en el corto plazo.

Por tanto, los programas y tecnologías espaciales serían ahora una parte integral de las políticas estratégicas y de desarrollo de muchas potencias medias (Álvarez, Ramírez y Castaño, 2018), que aspirarían a elevar su estatus internacional, su seguridad y su futuro económico. No obstante, una multitud de otros Estados en desarrollo tan diversos como México, Perú, Argelia, Nigeria, Kenia, Pakistán y Malasia, han establecido y elevado su propia política espacial, mediante la creación de agencias espaciales nacionales y la compra y/o producción de satélites y tecnología espacial relacionada, ya sea a través de esfuerzos estatales, privados o conjuntos, por lo que para estos Estados la adquisición de capacidades espaciales sería ahora un componente integral de sus políticas nacionales.

La reciente expansión de los programas espaciales en el mundo en desarrollo demostraría que los gobiernos nacionales nunca han alterado su concepción acerca de la importancia del espacio exterior para lograr y expandir el poder nacional, bien sea por conductos militares o económicos. Esta expansión de los programas espaciales es especialmente notable porque refleja una emergente democratización del espacio, que es uno de los factores más importantes en la distribución cambiante del poder en el actual sistema internacional. Es evidente que, actualmente un sinnúmero de Estados nacionales, usa satélites para las comunicaciones y la obtención de datos meteorológicos, mediante la propiedad o simplemente a través de la compra de datos (como es el caso colombiano). En consecuencia, la ampliación y expansión del uso del espacio ultraterrestre y la transformación concomitante de la distribución del poder, podrían haber conducido a una nueva carrera espacial, si bien ésta todavía no ha alcanzado las dimensiones político-estratégicas que tuvo la competencia espacial de la Guerra Fría.

Esta nueva carrera espacial está emergiendo como el catalizador para una nueva generación de políticas e innovaciones relacionadas con el espacio, tanto en Estados desarrollados como en vías de desarrollo. Pero, ¿qué motivaría a un Estado en desarrollo, que por definición es relativamente pobre, a invertir relativamente grandes recursos económicos en programas espaciales? De acuerdo con Harding (2013), al igual que los Estados Unidos y la Unión Soviética en su momento, "los Estados en desarrollo

perseguirían activas políticas espaciales debido al reconocimiento de que el espacio exterior es, en muchos sentidos, la máxima medida del poder nacional, el prestigio internacional y la eficacia demostrada del potencial nacional" (p. 9).

Asimismo, los activos espaciales permitirían a los Estados en vías de desarrollo utilizar con mayor plenitud sus recursos nacionales y ampliar el alcance de los programas socioeconómicos, en numerosas áreas como agricultura, educación, medicina y desarrollo económico. Por ende, un programa espacial figuraría como una faceta integral de las políticas de desarrollo y de seguridad multidimensional de un Estado en desarrollo, y los beneficios incluirían comunicaciones avanzadas, una plataforma para mejorar la tecnología y la información geográfica, así como la ampliación de capacidades para la defensa y la inteligencia; los activos espaciales serían considerados por las modernas fuerzas militares como "multiplicadores de fuerza" indispensables, que mejoran sus capacidades a través del reconocimiento, la vigilancia del clima e incluso imágenes en tiempo real. Por tanto, por razones de seguridad nacional y desarrollo, los activos basados en el espacio se han convertido en la condición *sine qua non* de las políticas de defensa nacional de todos los Estados con capacidades espaciales, razón por la cual Estados como Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador, México, Perú y Venezuela, simplemente están desempeñándose como actores racionales, siguiendo el camino iniciado por los Estados que los precedieron durante el periodo de Guerra Fría; es decir, el espacio se ha arraigado irrevocablemente en el tejido de los intereses nacionales y la psique de la opinión pública de estos Estados, tal como ha ocurrido con los más poderosos del sistema internacional.

Pero lejos de considerar el tema de exclusiva utilidad militar o cuya aplicación se limite a objetivos de defensa, es imperativo que el estudio y aprovechamiento del espacio corresponda a un esfuerzo colectivo y colaborativo interagencial de un Estado que busca el bienestar de sus ciudadanos, ya que la necesidad de conocimiento y posterior avance para alcanzar el espacio exterior, trasciende incluso las fronteras geográficas y se convierte en un esfuerzo de interés global. Sellers (2005) proporciona algunas razones por las cuales la investigación y exploración del espacio ultraterrestre resultan vitales para los intereses de la civilización:

En primer lugar, el espacio ofrece una perspectiva global terrestre geográfica, social y geopolítica. El sentido común dicta que entre más alto se esté, más superficie de la Tierra puede verse. El uso de las imágenes satelitales se considera una herramienta muy conveniente para medir patrones geográficos, pues proporciona una visión de la configuración del terreno en áreas afectadas por fenómenos naturales o antropogéni-

cos. Chuvieco (1999) da cuenta de este potencial uso de imágenes satelitales, cuando menciona su utilización para medir los cambios que sufrió una región costera de España como resultado de grandes incendios a comienzos de la década de los 90. De igual forma, la tecnología satelital ha permitido monitorear condiciones que afectan la salud de una sociedad. En un estudio orientado a medir la exposición a material particulado que afecta a la población globalmente (Van Donkelaar, Randall, Brauer y Boys, 2015), se logró establecer con exactitud los rangos de tal concentración en cada región del mundo. El uso de imágenes satelitales puede incluso abarcar el contexto geopolítico y las relaciones internacionales, ya que ha servido para dirimir por canales diplomáticos situaciones que afectan la estabilidad de una región, como es el caso de la localización de islas artificiales en el mar de China (Thayer, 2015).

Una segunda alternativa es el uso científico e industrial del espacio en condiciones difícilmente alcanzables en la Tierra, como un ambiente de “caída-libre” y de microgravedad. Ejemplo de ello es la Estación Espacial Internacional (ISS, por sus siglas en inglés); un laboratorio único para realizar investigaciones que afectan la salud humana tanto en el espacio como en la Tierra (Rainey, 2015). Gracias a las investigaciones allí realizadas, se ha logrado una mejor comprensión de los procesos fisiológicos básicos normalmente condicionados por la gravedad, que pueden ser alterados con nuevas tecnologías médicas y protocolos desarrollados por la necesidad de cuidar la salud de los astronautas. Los avances en telemedicina, modelos de enfermedades, sistemas de respuesta al estrés psicológico, nutrición, comportamiento celular y salud ambiental, son solo algunos ejemplos de los beneficios que se han obtenido con el entorno único de microgravedad. Por otro lado, las condiciones de caída libre en el espacio permiten procesos de manufactura novedosos. Las características de uniformidad de los materiales en aleaciones metálicas y su temperatura y presión para la combustión son afectadas por variables tales como la presión de oxígeno y la fuerza de la gravedad en la superficie (Steinberg, Wilson y Benz, 1992) 316 stainless steel, iron, and titanium, and sheets and meshes of 316 stainless steel in the 2.2-s drop tower at NASA Lewis Research Center. In microgravity, the metals (and alloys. Las condiciones en el espacio pueden resultar en compuestos de aplicación industrial con características exóticas y altamente útiles para la civilización.

Otra razón para su exploración y explotación es que el espacio puede ofrecer abundantes recursos para quien acceda a él. Mientras los investigadores coinciden en el agotamiento de los recursos en la Tierra, puede decirse que el Sistema Solar ofrece una reserva incalculable de energía y minerales para sostener la expansión de la civilización más allá de las capacidades del planeta. El ilimitado acceso a energía solar,

ahora solo utilizada por dispositivos en órbita y naves espaciales, puede ser aprovechado en el futuro para reducir los costos de producción energética, sin mencionar el potencial beneficio de explotar en el espacio minerales como el aluminio, o elementos tales como el oxígeno y el agua, cuyo alcance limitado puede darse en menos de dos décadas (Piccolo y Zangani, 2007).

Por estas razones, el ambiente espacial no debe estar limitado a la competencia exclusiva de las agencias gubernamentales. Se ha visto recientemente el caso de Space X, Blue Origin, Virgin Galactic y otras compañías privadas que se han involucrado en la investigación y la exploración espacial y están avanzando de manera tal, que resulta coherente pensar en una autonomía corporativa para este campo y, desde luego, la generación de negocios que involucren el uso de la órbita terrestre y del espacio. Paralelamente, la academia, las universidades e institutos de investigación se convierten en actores preponderantes como generadores de nuevo conocimiento, profundizando y difundiendo el interés científico que impulsa la exploración espacial y los desafíos tecnológicos futuros que se proyectan en ella. La transdisciplinariedad que sugiere un esfuerzo tan complejo como acceder al espacio, no solamente se limita a áreas como la astronomía, la astrofísica o la ingeniería, sino que el sector representa un crisol de ciencias como la biología, geología, psicología y medicina, que brindarán nuevas oportunidades. Con todos estos elementos, puede decirse entonces, que la sociedad en general está inmersa en una nueva era de interés por el campo espacial, cuyo objetivo último es el desarrollo de la generación de mejores condiciones de vida.

Con nuevos actores en el escenario, resulta indispensable contar con un marco normativo espacial que identifique a las partes interesadas y entienda sus interacciones. La exactitud y congruencia en su diseño permitiría el logro de los intereses nacionales a través de los sistemas espaciales, el impulso de la industria aeroespacial doméstica y la priorización de los recursos existentes hacia tales objetivos. Los beneficios esperados asegurarían la proyección coherente del sector y garantizarían una planeación coordinada para alcanzar los objetivos estratégicos que en esta materia definan los países.

3. Panorama del Contexto Espacial en Latinoamérica

En la actualidad, las actividades espaciales civiles afectan la vida cotidiana de todos los ciudadanos y también condicionan el interés nacional de los países desde múltiples formas. El uso y aprovechamiento del espacio juega un papel fundamental en la forma de gobierno, los negocios, las comunicaciones y los servicios de posicionamien-

to y navegación, así como en el monitoreo y pronóstico del clima y en la producción de información para la agricultura, la planificación del uso del suelo y la gestión de los recursos naturales; asimismo, en el crecimiento de las empresas comerciales que quieren llegar a ser más competitivas en sus regiones y a nivel mundial.

Por la importancia que representa para diversos sectores, la necesidad de contar con un programa espacial activo requiere de recursos económicos en el diseño, mantenimiento y operación del mismo. Presupuestos significativos como el estadounidense con la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés), cuya asignación anual es cercana a los US\$ 19.000 millones, además de organismos similares como la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés), que emplea una suma de US\$ 5.000 millones y la Agencia Espacial Japonesa (JAXA, por sus siglas en inglés), que destina US\$ 2.460 millones (Giraldo, 2016), dan muestra de las implicaciones de estructurar un programa espacial ambicioso. Aunque no hay certeza en las cifras, por lo restrictivas que suelen ser las fuentes oficiales respecto a los datos entregados, expertos afirman que en países como Rusia, China e India, el presupuesto destinado bordea los US\$2.000 millones (Dickerson, 2015).

Lejos de compararse con inversiones notables que solo ostentan Estados desarrollados, algunos países latinoamericanos han venido incursionando en el desarrollo de programas y agencias espaciales, ceñidos a la limitación de su presupuesto, pero con la firme convicción de contar con una capacidad estratégica para su seguridad y desarrollo. Este es el caso de países como Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, México, Perú, Ecuador y Venezuela, que han visto en el uso del espacio un medio para la protección de sus intereses nacionales y a la vez, un recurso para el desarrollo y fortalecimiento de las telecomunicaciones, la agricultura y la ciencia.

3.1 Caso Argentina

La historia espacial en Argentina tiene su origen en la llegada de científicos europeos una vez concluida la Segunda Guerra Mundial. En efecto, inmediatamente después del final de este conflicto, los líderes de Argentina expresaron interés e incluso apoyo financiero para el desarrollo de armas nucleares y tecnologías de misiles balísticos; pero aunque en algún momento Argentina tenía ambiciones y la tecnología naciente que eventualmente lo habría convertido en un actor espacial más avanzado de lo que es en la actualidad, el gobierno de ese país, después de la dictadura militar en 1983, rescindió públicamente los objetivos de desarrollar misiles y armas nucleares; la ironía en este rechazo radica en que Argentina había sido uno de los pioneros de

tales tecnologías en el mundo en desarrollo, al ser de los primeros países en construir aviones de combate (Harding, 2013).

Precisamente Argentina, durante la primera presidencia de Juan Domingo Perón (1946-1952), dio la bienvenida a científicos y técnicos alemanes y franceses de Vichy para ayudar a diseñar sus ambiciosos programas nucleares y de cohetes, y construir la fuerza aérea argentina, proyectos que estaban destinados a rectificar un equilibrio de lucha de poder su perenne rival: Brasil, que había recibido, por su parte, muchos de los armamentos modernos de Estados Unidos durante la guerra.

En este contexto, Kurt Tank, el diseñador alemán del famoso avión de combate *Focke-Wulf 190*, aceptó una oferta en 1947 para convertirse en el director de la Fábrica Militar de Aviones en Córdoba, Argentina. Allí, bajo el alias de "Pedro Matthies", Tank incorporó diseños argentinos con el suyo, construyendo el *Pulqui II*, uno de los primeros aviones de combate operacionales del mundo; luego, por recomendación de Tank, Perón traería al físico nuclear austríaco Ronald Richter a Argentina, para encabezar el Proyecto Huemul, un reactor de fusión nuclear¹.

No obstante, el interés formal en cohetes y vuelos espaciales en Argentina se remontaría al establecimiento de la Sociedad Argentina Interplanetaria en 1948, que fue la primera organización espacial privada en América del Sur y miembro fundador de la Federación Internacional de Astronáutica en 1951. El líder del grupo, Teófilo Tabanera, dirigió la campaña para que Argentina estableciera una organización espacial patrocinada por el Estado, que se formó en 1960 con Tabanera como director de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE), dependiente de la Fuerza Aérea Argentina (Vera y Guglielminotti, 2014). En las décadas de los 60 y 70, se realizaron múltiples experimentos e iniciativas con cohetes sonda y globos atmosféricos lanzados desde diferentes lugares del territorio nacional, algunos en cooperación con países como Estados Unidos, Alemania y Brasil. De la misma manera, tuvo lugar el inicio de las telecomunicaciones satelitales, todo lo cual condujo a la generación progresiva de capacidades científicas y tecnológicas que comenzaron a posicionar a la Argentina en la vanguardia de la tecnología espacial en la región junto a Brasil.

A finales de la década de los 70, e inicios de los años 80, Argentina hizo énfasis en el desarrollo de cohetes, con el fin de lograr el acceso al espacio para la puesta en órbita de futuros satélites nacionales. Entre las iniciativas llevadas a cabo se destacó el *Cóndor II*, un misil con posibilidad de utilización civil y militar, avance que dio lugar

1. Después del derrocamiento de Perón en el golpe militar de 1955, Tank se mudó a la India, donde diseñó el primer caza a reacción de ese país, el cazabombardero Hindustan Murat HF-24. Allí también enseñó ingeniería aeronáutica al futuro presidente indio y fundador de los programas de misiles balísticos y espaciales, A.P.J. Abdul Kalam.

a la presión internacional para la suspensión del proyecto a través de la firma por parte de Argentina del Régimen de Control de Tecnología de Misiles (MTCR, por sus siglas en inglés), establecido originalmente en 1987 por Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Reino Unido y los Estados Unidos, como un mecanismo para controlar la proliferación cada vez mayor de armas de destrucción masiva, particularmente armas nucleares, químicas y biológicas.

La década de los 90 implicó para el país un cambio de paradigma en materia de política económica tanto interna como externa, lo cual a nivel espacial se tradujo en la suspensión del proyecto *Cóndor II* y la posterior aparición de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) en 1991. Estos cambios dieron inicio a una época de cooperación con los Estados Unidos en materia satelital y la profundización del desarrollo de tecnología espacial, aunque sin la posibilidad de acceso directo al espacio (Vera y Guglielminotti, 2014). En 2005, el entonces presidente argentino, Néstor Kirchner, firmó un decreto que declaraba que la promoción de la tecnología espacial era una política estatal y una prioridad nacional; como resultado, Kirchner institucionalizó formalmente el programa espacial nacional de Argentina a través del Decreto Presidencial 350 en abril de 2007, que convocaba a todas las organizaciones científicas y de ingeniería patrocinadas por el Estado, incluidas CONAE, universidades estatales, el Instituto Aeronáutico Argentino y el Instituto de Investigación Técnica y Científica del Fuerzas Armadas (CITEFA), a trabajar conjuntamente hacia el objetivo declarado de construir lanzadores domésticos y proporcionar acceso al espacio, en particular, servicios satelitales de carga ligera.

El pronunciamiento de 2005 fue, en efecto, un llamado para despertar al programa espacial argentino de su letargo desde 1995. En ese mismo año, se lanzó el satélite italiano de observación de la Tierra *Cosmo-Skymed II* desde la Base de la Fuerza Aérea Vanderberg en California, y Argentina fue uno de los principales participantes en su control, a través de su estación ubicada en Córdoba. En consecuencia, en los últimos 15 años se han visto cambios sustanciales en el sector; es así como desde mediados de la década anterior, la CONAE ha aumentado su presupuesto en forma significativa, pues al igual que otras instituciones dedicadas a la ciencia, la tecnología y la innovación, volvió a incorporarse en la agenda del gobierno como parte de una política de recuperación de las capacidades nacionales en un contexto socioeconómico que busca servirse de ellas para impulsar el desarrollo luego de una de sus peores crisis económicas.

El complejo espacial argentino ha sido capaz de diseñar y desarrollar cuatro satélites de la serie SAC (Satélites de Aplicaciones Científicas): *SAC-A*, *SAC-B*, *SAC-C* y *SAC-D/Aquarius*, en estrecha cooperación con la NASA e instituciones de países como Francia, Italia, Canadá y Brasil. En la actualidad, se encuentran en diferentes fases de diseño

y desarrollo satélites de la familia SAC, así como otros pertenecientes a las series de satélites geoestacionarios de telecomunicaciones de la empresa estatal Argentina Satelital (ARSAT), de Satélites Argentinos de Observación con Microondas (SAOCOM), y Satélites de Alta Revisita (SARE). Estos logros del programa espacial argentino son notables, si se tiene en consideración que el CONAE cuenta con un presupuesto que bordea los US\$180 millones (Gobierno argentino, s.f.).

Además, la misión de proponer y ejecutar un Plan Espacial Nacional (PEN), que tiene el carácter de Plan Estratégico para las actividades espaciales, denota una clara política de Estado de prioridad nacional. La primera versión del PEN cubría el periodo 1995-2006, habiéndose realizado dos revisiones posteriores para generar el PEN 1997-2008 y el PEN 2004-2015, con una actualización en el año 2010. En tiempos más recientes, se cuenta con el PEN 2016-2027, cuyo objetivo fundamental es el desarrollo del conocimiento y la tecnología en el campo espacial que se concreta a través de los ejes de observación de la Tierra, exploración y utilización pacífica del espacio ultraterrestre y desarrollo tecnológico para uso espacial (Gobierno argentino, s.f.).

En lo que corresponde al eje de observación de la Tierra, se busca aprovechar en forma eficiente e innovadora la información captada desde el espacio exterior para el desarrollo de las aplicaciones requeridas por la sociedad, utilizando datos obtenidos ya sea de misiones de terceros con descarga de datos en el territorio nacional o de misiones propias generando valor agregado. Si este último es el caso, las misiones satelitales deben estar diseñadas e implementadas a partir de las necesidades concretas de los usuarios locales que emplean la información de origen espacial para el desarrollo de su trabajo, con una clara conciencia acerca de la concepción estratégica de la independencia de la fuente de los datos, incluyendo además su puesta en órbita a través de cohetes propios o de terceros. En función de la demanda y las necesidades identificadas, se han definido Sectores de Información (SI), agrupándolos en función de sus características en áreas estratégicas fuertemente interrelacionadas, las cuales cubren aspectos del medio ambiente (agua, cobertura terrestre, atmósfera y clima), del sector productivo (agropecuario y forestal, pesca, minería y energía), así como del campo social (salud, prevención y atención de emergencias, ordenamiento e integridad territorial y seguridad).

Con respecto al eje de exploración y utilización pacífica del espacio ultraterrestre, éste se constituye en una herramienta importante para la inserción de Argentina en el ámbito de la investigación científico-tecnológica del espacio a nivel internacional, así como para la participación en misiones interplanetarias dentro del marco de la cooperación internacional. En este sentido, el plan prevé el desarrollo de tecnología de navegación global apoyada en satélites, conformada por los sistemas de aumentación que complementan las prestaciones que las constelaciones no pueden proveer por sí

mismas, además de la participación en iniciativas colaborativas de misiones robóticas y humanas a otros planetas, incorporando así al Estado argentino dentro de los países exploradores del espacio ultraterrestre.

En lo que atañe al eje de desarrollos tecnológicos para uso espacial, la CONAE ha buscado desde su creación contribuir en forma efectiva al avance nacional en los campos social, económico, ambiental y productivo, con un dominio completo de las tecnologías de uso espacial; y en el marco de la autonomía, el desarrollo de capacidades para construir y poner en órbita sus propios satélites con lanzadores nacionales. El camino hacia el dominio de esta tecnología, que al igual que la nuclear, ha requerido de desarrollos avanzados y estrictas normas de desempeño, impulsando a los sectores científicos, técnicos e industriales de Argentina hacia altos niveles de calidad. Los resultados de las nuevas tecnologías han promovido en todos los países que tienen actividades espaciales significativas, desarrollos de muy alto valor agregado en la cadena productiva; por ende, Argentina no ha sido una excepción, habiendo promovido a través de la Sociedad de Estado INVAP (creada en 1976), el desarrollo de las misiones satelitales argentinas, y debiendo continuar en esa tarea en procura del crecimiento y la creación de nuevas empresas que pueden pasar de ser proveedoras a creadoras y exportadoras de nuevas tecnologías de altísimo valor agregado (Gobierno argentino, s.f.).

El accionar en el campo espacial también ha contribuido a fortalecer los aspectos fundamentales del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), tales como recursos humanos, infraestructura, organización, articulación y coordinación, potenciando su capacidad para atender demandas ambientales productivas y sociales, optimizando además el uso de los recursos disponibles. Asimismo, ha impulsado la evolución de la industria argentina, ampliando su ámbito de competencia a nivel internacional con el aporte de alto valor agregado en su cadena productiva, dominando tecnologías críticas en el área espacial, difíciles de obtener en el mercado mundial. También facilita a los sectores científico y tecnológico argentinos, el acceso a nuevos conocimientos y a la creación de carreras específicas y especialidades relacionadas, abriendo fronteras que deben ser exploradas. En tal virtud, la ejecución y gestión del PEN se ha desarrollado a través de los siguientes cursos de acción (Gobierno argentino, s.f.):

- Uso y gestión de la información espacial: comprende la utilización, distribución y gestión de la información primaria y de productos derivados con valor agregado, además del desarrollo de las aplicaciones necesarias para satisfacer las necesidades de los diferentes sectores de la sociedad.

- Recepción de datos y control de satélites y lanzadores: incluye las actividades destinadas a planear, establecer y controlar los comandos, así como realizar las actividades de seguimiento, telemetría y comando (TT&C). Igualmente, recibir, procesar y almacenar datos requeridos dentro de la operación de las misiones satelitales propias y de otras agencias espaciales con las que se establezca algún tipo de acuerdo, además de realizar el seguimiento y control de los lanzadores satelitales.
- Sistemas satelitales: abarca el diseño, construcción y calibración de los instrumentos, así como la integración y ensayos de calificación de los satélites hasta su entrada en operación en órbita. Incluye también la integración de satélites propios con los de otras agencias espaciales conformando constelaciones que operen como un todo.
- Acceso al espacio: busca desarrollar el Programa de Inyector Satelital para Cargas Útiles Livianas (ISCUL) para la puesta en órbita de satélites propios, así como de las instalaciones auxiliares de ensayos, integración y plataforma de lanzamiento y de la planta de producción de propelentes. También asegura el lanzamiento de los satélites propios a través de terceros.
- Integración, ensayos y calificación: comprende disponer de las instalaciones y realizar la integración y ensayos, así como la calificación para uso espacial de partes, componentes y materiales desarrollados para los lanzadores y satélites propios. Incluye la selección de partes y componentes de fabricación convencional para asegurar que soporten las condiciones operacionales en el ambiente espacial.
- Exploración y utilización pacífica del espacio ultraterrestre: contempla la participación en la exploración y utilización pacífica del espacio ultraterrestre, desde las cercanías de la Tierra hasta el espacio lejano, y la cooperación en el desarrollo de sistemas y componentes para misiones interplanetarias como parte de la inserción internacional nacional en el ámbito de la investigación científico-tecnológica en el espacio exterior, así como la colaboración en estaciones de las Redes del Espacio Lejano instaladas en territorio nacional.
- Educación y capacitación: incluye la formación de expertos y especialistas, además de la capacitación de usuarios específicos, docentes y alumnos de nivel primario y secundario y la formación masiva de usuarios para el uso de la información de origen espacial.
- Vinculación nacional e inserción internacional: implica las acciones necesarias para difundir y promover la información espacial y su utilización en todas las áreas y niveles de gobierno y de los sectores científico, técnico y empresarial, así como impulsar la cooperación internacional y fortalecer la integración regional.

El actual PEN incluye entre sus principales objetivos la fabricación en la Argentina, dentro del marco de un acuerdo de cooperación con la Agencia Espacial Italiana, de los satélites de Observación de la Tierra *SAOCOM 1A* y *SAOCOM 1B*, con aplicaciones en la medición de la humedad del suelo, la detección de derrames de hidrocarburos en el mar y el seguimiento de la cobertura de inundaciones. De la misma manera, la fabricación del lanzador argentino de satélites *Tronador II*, con la capacidad de colocar en órbita polar de 600 kilómetros de altura, satélites de hasta 250 kilogramos.

La razón principal para el desarrollo del lanzador doméstico de Argentina, según CONAE, es que el país no puede continuar dependiendo de los Estados Unidos o de otras naciones para llevar sus satélites al espacio y que los altos costos de lanzamiento de los proveedores "aceptables", hacen que el desarrollo de un lanzador argentino sea la alternativa menos costosa. Para esto la CONAE cuenta con el Polo Espacial de Punta Indio, provincia de Buenos Aires, inaugurado en diciembre de 2014; adicionalmente, estaría adecuando una base de lanzamiento de cohetes en Puerto Belgrano (Télam, 2017).

Por otra parte, el PEN contempla la implementación del concepto "arquitectura segmentada", el cual surge como consecuencia de la necesidad de responder rápidamente a las demandas de los usuarios de datos de observación de la Tierra desde el espacio. Se trata del desarrollo tecnológico de una nueva generación de satélites e instrumentos, mediante el uso de un conjunto de pequeñas plataformas o segmentos que, operados en forma coordinada, proporcionen respuestas equivalentes o mejores a las que es posible obtener mediante una única plataforma de mayor tamaño (Télam, 2017).

En resumen, Argentina es uno de los países latinoamericanos con amplia experiencia en el desarrollo de proyectos e iniciativas espaciales que, a pesar de lo ambicioso de su PEN, se ha visto limitado por situaciones políticas internas, económicas y geopolíticas. Sin embargo, nuevos vientos parecen estar corriendo en cuanto a logros conducentes al afianzamiento creciente de capacidades, conocimiento y experiencia que le permitan consolidar su visión estratégica de desempeñar un papel significativo en los asuntos espaciales, indistintamente de su posición en la escena económica y política global.

3.2 Caso Brasil

Brasil ha sido un Estado pionero a nivel latinoamericano en la participación en actividades espaciales, ya que ha trabajado decididamente en proyectos satelitales, así como en la construcción y operación de cohetes, sondas y vehículos de lanzamiento satelital (Fontes y Roma, 2017). El desarrollo del programa espacial de Brasil ha evolucionado como una extensión natural de la estrategia a largo plazo del país para

establecerse como potencia regional en América del Sur (Álvarez et. al, 2018), y en la región del Atlántico Sur. Según Pereira (2008), la actual política espacial de Brasil podría resumirse en tres objetivos generales: 1) ejercer soberanía sobre su vasto y rico, pero escasamente poblado interior geográfico; 2) desarrollarse económica y militarmente para obtener una posición de liderazgo regional presumiblemente merecida y 3) para eventualmente recibir reconocimiento como potencia mundial.

Formalmente, las actividades espaciales en Brasil comenzaron en 1961, con la creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CNAE) en São José dos Campos, a fin de establecer las políticas del sector, las cuales eran definidas por especialistas y no propiamente por dirigentes públicos. Los reducidos recursos asignados provenían del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), dentro de un marco de cooperación con la NASA para el lanzamiento de pequeños cohetes de experimentación científica y capacitación en teledetección (Câmara dos Deputados, 2010).

Brasil fue uno de los pioneros en la institucionalización de la investigación espacial, cuyo foco principal era constituir competencias en ciencias espaciales y atmosféricas, observación de la Tierra y meteorología y telecomunicaciones. En 1965 fue inaugurado el Centro de Lanzamiento de Barreira do Inferno (CLBI), en Natal, desde donde se lanzó el primer cohete sonda *Nike-Apache* de origen estadounidense. En 1966 fue creado el Grupo Ejecutivo y de Trabajos y Estudios de Proyectos Espaciales (GETEPE), como responsable de planear el desarrollo de cohetes para involucrar al entonces Ministerio de Aeronáutica, con los trabajos de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CNAE). En este primer periodo, el énfasis de las actividades estuvo en la formación del cuerpo de científicos e investigadores especializados en ciencias e ingeniería espaciales, a fin de dotar al país con la competencia de uso del espacio ultraterrestre.

En 1969 el GETEPE se convirtió en el Instituto de Actividades Espaciales, y posteriormente, en el Instituto de Aeronáutica y del Espacio (IAE). En 1971 fue creado el actual Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE), a partir del CNAE; también en ese año, la Comisión Brasileira de Actividades Espaciales (COBAE), con la misión de coordinar las actividades espaciales en su conjunto y asesorar a la Presidencia de la República. Asimismo, las décadas de los 60 y 70 estuvieron marcadas por la formación de maestros y doctores en ciencias generales, especialmente en cooperación con Alemania, en procura del desarrollo de capacidades de lanzamiento de cohetes; y posteriormente, con Francia, con quien Brasil firmó un acuerdo de adquisición de tecnología para el desarrollo de cohetes sonda que posibilitaron especificar los proyectos *Sonda II y III* (Câmara dos Deputados, 2010).

Entre 1974 y 1979 hubo una aproximación con China y con los países africanos, además del inicio de una cooperación con Alemania en el área nuclear y la suscripción de acuerdos con Francia para la formación de ingenieros en el desarrollo de lanzadores y satélites. La aprobación de la Misión Espacial Completa Brasileira (MECB) durante el lapso comprendido entre 1979 y 1985 con el propósito de desarrollar pequeños satélites de aplicaciones y un vehículo lanzador compatible, generó un marco para el programa espacial brasileño y permitió la consolidación del INPE. Sin embargo, la crisis fiscal resultante del endeudamiento, el estancamiento económico y la inflación, no permitió su progreso; solo hasta 1988, el país trabajó conjuntamente con los Estados Unidos en el área de experimentos aeroespaciales con cohetes sonda (Câmara dos Deputados, 2010).

Entre 1985 y 1990 tuvo lugar la creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, lo cual representó un impulso para el INPE, que firmó una alianza con China para el desarrollo, fabricación y operación conjunta de satélites de teledetección de uso pacífico con una proporción del 70% de participación china y un 30% de participación brasileña. La presión internacional, especialmente de los Estados Unidos, llevó al país a firmar el Régimen de Control de Tecnología de Misiles (MTCR), cerrando la cooperación con Alemania para cohetes e iniciando un ciclo de dificultades de acceso a tecnologías sensibles. En 1983 se creó el Centro de Lanzamiento de Alcântara (CLA) y su posición geográfica fue considerada como la que ofrecía una mejor relación costo-beneficio para lanzamientos con una economía de combustible de hasta el 30%.

El lapso comprendido entre los años 1990 y 1992 fue crítico para el programa espacial, que perdió relevancia como programa estratégico. Se iniciaron los atrasos en programas tales como el Satélite Sino-Brasileño de Recursos Terrestres (CBERS), y el Vehículo Lanzador de Satélites (VLS), en parte por embargos impuestos por los Estados Unidos a este último, que también resultaron en la ruptura en 1991 de los acuerdos suscritos con la empresa francesa ARIANESPACE para la transferencia de tecnología (Câmara dos Deputados, 2010). En 1992 el Satélite de Recolección de Datos SCD-1 fue lanzado desde el cohete *Pegasus*, al mismo tiempo en que se daba inicio a la política de contingencia presupuestal para la formación del superávit primario, esto es, una política económica de intervención gubernamental que establecía límites a la producción, comercialización interna e importación o exportación de determinados productos.

En 1994 se creó la Agencia Espacial Brasileña (AEB) como sucesora de la COBAE para coordinar el Programa Nacional de Actividades Espaciales (PNAE), con el objetivo de capacitar al país para desarrollar y utilizar tecnologías espaciales en la solución

de problemas nacionales y en pro de la sociedad brasileña. Entretanto, en el lapso comprendido entre 1995 y 2002, el sector sufrió con las restricciones de la política económica y con las nuevas exigencias de contingencia presupuestal. En 1999 tuvo lugar el lanzamiento del satélite *CBERS-1*, en 2003 del *CBERS-2* y en 2007 del *CBERS-2B*. Igualmente, se realizaron tres tentativas de lanzamiento del *VLS* desde CLA en 1997, 1999 y 2003, respectivamente. En 2004, se renovó la alianza con China para desarrollar los satélites *CBERS-3* y *CBERS-4* (Câmara dos Deputados, 2010).

El accidente ocurrido en el lanzamiento del *VLS-1* en 2003, llevaría a Brasil a restablecer la alianza con Rusia, con la intención de apuntar a las causas del infortunio y proponer ajustes en el proyecto, que se mantiene como el principal programa del IAE. La alianza fue considerada como la base para retomar el proyecto de desarrollo y fabricación de vehículos lanzadores llamados *Cruzeiro do Sul*, que consideraba inversiones de US\$750 millones (valores de 2004), para la construcción de cinco cohetes en un periodo de 17 años, con el objetivo de atender las demandas brasileñas en el área de transporte espacial. Sin embargo, después de muchos ires y venires, este proyecto fue suspendido, no solo por aspectos técnicos, sino también económicos.

En la actualidad, Brasil sigue adelante con sus actividades espaciales a través de la AEB, una organización vinculada al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones (MCTIC), responsable de formular, coordinar y ejecutar la política espacial brasileña. Desde su creación, la agencia trabaja para adelantar los esfuerzos del gobierno brasileño hacia el logro de la autonomía en el sector espacial (Agencia Espacial Brasileira, 2016). La AEB está conformada por una presidencia, el consejo superior, órganos de asistencia directa a la presidencia (gabinete, cooperación internacional y procuraduría federal), órganos seccionales (planeamiento, presupuesto y administración), órganos específicos singulares (políticas, planes e inversiones, acompañamiento y evaluación, infraestructura y normalización, coordinación de transporte espacial, desarrollo e innovación y satélites y aplicaciones) y unidades descentralizadas (Unidad Regional de Natal y Unidad Regional de Alcântara).

Desde 1964 la Política Nacional de Desarrollo de Actividades Espaciales (PNDAE), establece objetivos y directrices para los programas y proyectos nacionales relativos al área espacial, contando con el PNAE como el principal instrumento de direccionamiento y programación, a través del cual se busca la integración de la política espacial con las demás políticas públicas en ejecución en el país, por medio del fomento a la formación calificada, la captación y retención de especialistas capaces de dinamizar la cadena productiva espacial brasileña y de viabilizar el dominio sobre las tecnologías

críticas y de acceso restringido, así como de la participación de la industria, los centros de investigación y la academia (Agencia Espacial Brasileira, 2016). El Estado brasileño también tiene un papel fundamental en la consolidación de la cadena productiva espacial del país, actuando como coordinador de la industria aeroespacial, e impulsor tanto del desarrollo de sistemas espaciales completos, como de la creación de empresas integradoras gracias a su poder de compra. En tal virtud y dado el monto de los recursos presupuestales involucrados, el fin último de la política corresponde al de generar amplios beneficios y retornos para la sociedad.

El PNAE es un instrumento de planeación del Programa Espacial Brasileiro (PEB), que busca orientar sus acciones por periodos de diez años. Después de presentar un conjunto de orientaciones y directrices estratégicas, establece las principales misiones espaciales a ser desarrolladas en el periodo respectivo dentro del ámbito del Sistema Nacional de Desarrollo de Actividades Espaciales (SINDAE). El PNAE actual está en su cuarta edición y abarca el periodo 2012-2021, con un presupuesto de casi US\$240 millones (Krishnan, 2017), contemplando aspectos relacionados con las misiones, los medios de acceso al espacio, las aplicaciones y los programas científicos, tecnológicos y educativos asociados (Agencia Espacial Brasileira, 2016). El plan tiene como base tres focos estratégicos principales: sociedad, autonomía e industria. En el ámbito de la sociedad, el foco está en el desarrollo de aplicaciones utilizando los recursos y técnicas espaciales para responder a la demanda de soluciones a una diversidad de problemáticas y necesidades nacionales enfocadas en el bienestar de la sociedad. Estas necesidades cubren las áreas de telecomunicaciones, identificación y prospección de recursos naturales, seguimiento a cambios en el medio ambiente, vigilancia de fronteras y costas marítimas, meteorología y previsión del clima, alerta ante posibles desastres naturales, reducción de las desigualdades regionales y promoción de la inclusión social, tornándose necesario para el país disponer de datos e informaciones transmitidas por satélites para atender toda esta demanda.

En relación con la autonomía, el desafío está en la construcción y establecimiento en el país de competencias técnicas, científicas y tecnológicas en el área espacial, que le posibiliten actuar con autonomía en la selección de alternativas tecnológicas para atender problemas nacionales específicos relacionados con el territorio y la sociedad mediante el desarrollo de soluciones propias. Esto implica construir y desarrollar una capacidad tecnológica mínima para producir sistemas espaciales completos, involucrando satélites y vehículos de lanzamiento capaces de ponerlos en órbita, a partir de un centro de lanzamiento propio en el país.

En lo que tiene que ver con industria, es necesaria la adecuación del sector productivo brasileño para participar y adquirir competitividad en los mercados de bienes y servicios espaciales. Para tal efecto, la capacitación de mano de obra, la generación de estímulos a la innovación y la productividad, así como el dominio de tecnologías espaciales críticas son indispensables para el avance industrial y el logro de un mayor posicionamiento a escala global.

Desde 1996 la organización y ejecución de las actividades de la política son coordinadas por el SINDAE, que define a la AEB como el órgano central y coordinador general de su ejecución. Para apoyar el desarrollo de sus atribuciones, el Consejo Superior de la agencia está compuesto por representantes de diversos ministerios y órganos con actividades ligadas al área espacial, así como de miembros de la comunidad científica y del sector industrial. Existen otros órganos que hacen parte del SINDAE como es el caso del INPE del MCTIC, el Departamento de Ciencia y Tecnología Aeroespacial (DCTA) del Comando de Aeronáutica (COMAER) del Ministerio de Defensa (MD), el sector industrial aeroespacial, las universidades y los institutos de investigación. Estos órganos hacen parte del conjunto de ejecutores de los proyectos y actividades estratégicas del PNAE (Agencia Espacial Brasileira, 2016).

El INPE, con sede en São José dos Campos, tiene como misión producir ciencia y tecnología en las áreas espaciales y de ambiente terráqueo, además de ofrecer productos y servicios específicos en beneficio del país. El instituto trabaja desde hace más de 50 años en investigación, desarrollo y aplicaciones en el área espacial, ejecutando actividades que van desde el monitoreo anual de la deforestación y la dinámica de la cobertura de la superficie terrestre en la Amazonía, hasta el desarrollo de investigación e instrumentación para las ciencias espaciales. Es también un referente nacional en teledetección, ciencias espaciales, ciencias atmosféricas y del sistema terrestre, e ingeniería y tecnología espaciales. Igualmente, provee servicios operacionales de previsión del tiempo atmosférico y el monitoreo de la superficie terrestre, así como de rastreo y control de satélites, análisis del impacto de incendios, rayos y polución atmosférica, junto con pruebas y ensayos industriales de alta calidad.

El DCTA, también localizado en São José dos Campos, es el órgano de dirección sectorial al que le compete planear, gerenciar, ejecutar y controlar las actividades relacionadas con ciencia, tecnología e innovación en el ámbito del COMAER. Con sedes en Brasilia, Alcântara, Natal y São José dos Campos, agrupa una fuerza de trabajo de alto nivel del orden de 5.500 servidores civiles y militares, entre ingenieros, investigadores y técnicos de diversas especialidades, que actúan en proyectos de vanguardia y de

gran valor estratégico para el país. Como ejecutores participantes, el SINDAE cuenta también con una base industrial con altos estándares técnicos y especialistas capacitados en la producción de cámaras ópticas, paneles solares, sistemas de propulsión, suministro de energía, estructuras mecánicas, control térmico y telecomunicaciones. El sector empresarial brasileño dispone también de una capacidad de integración de proyectos en sistemas espaciales y en el campo universitario; el país cuenta con seis facultades de Ingeniería Aeroespacial, reuniendo entre 200 y 300 alumnos que representan un involucramiento creciente en las actividades y proyectos espaciales.

Otro aspecto importante dentro del PEB es el establecimiento de alianzas para el desarrollo de proyectos, las cuales tienen el potencial de generar beneficios mutuos a los participantes. A través de ellas es posible facilitar e incrementar las inversiones, generando eficiencias al compartir costos y riesgos; pueden generar, a su vez, sostenibilidad a los programas y aumentar la cantidad de proyectos tecnológicos a desarrollar, impulsar la apertura de nuevos mercados, dinamizar la industria, generar empleos y soportar las políticas de investigación y desarrollo.

A nivel nacional, las alianzas son coordinadas por la AEB dentro del marco del PEB y cuentan con la participación del INPE y del DCTA, siendo este último responsable a su vez, del IAE, del CLA y del CLBI. Además de estas instituciones, se destacan alianzas importantes con otras de los sectores público y privado, dentro de las que se destacan órganos de fomento como es el caso de la Financiera de Estudios y Proyectos (FINEP), el CNPq, la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal del Nivel Superior (CAPES) y otras, que apoyan la implementación del programa. A nivel internacional, se considera a la cooperación como uno de los elementos esenciales para el éxito de los programas espaciales; en este sentido, la AEB dedica especial atención al tema con el objetivo de promover la capacitación científica y tecnológica del sector espacial brasileño a fin de atender las necesidades del país. Brasil cuenta con importantes acuerdos de cooperación espacial con países de todos los continentes, los cuales, en principio, son precursores de nuevos instrumentos internacionales de iniciativas conducentes al desarrollo bilateral y multilateral del programa espacial y a la obtención de nuevas tecnologías.

Por tanto, el creciente énfasis de Brasil en el desarrollo de sus capacidades espaciales se ha convertido en un componente vital de las estrategias de seguridad nacional y desarrollo socioeconómico del país. La justificación del gobierno brasileño para sus esfuerzos espaciales se expresa inequívocamente en una estrategia para el desarrollo soberano del país, debido a que un programa espacial exitoso le daría a Brasil una ventaja económica adicional sobre sus vecinos latinoamericanos, así como sobre la

mayoría de los otros Estados en desarrollo. Brasil ya es líder en América Latina en número y capacidad de satélites de telecomunicaciones y teledetección.

Pero, según Harding (2013), un obstáculo principal que enfrentaría el gobierno brasileño no es tanto técnico como burocrático; debido a la estructura tributaria proteccionista anticuada del país, importantes productores de satélites brasileños cortejan activamente lanzadores extranjeros, afectando así el objetivo de autonomía que tanto ha buscado Brasil. Además, la fuerza laboral de tecnología espacial del país es pequeña y está envejeciendo, y no hay suficientes jóvenes brasileños que estudien ingeniería y ciencias. Para abordar este obstáculo demográfico, el gobierno brasileño inició en 2011 un programa llamado "Ciencia sin Fronteras", que proporcionó 75.000 becas de ciencia y tecnología a estudiantes de pregrado y posgrado para estudiar en los Estados Unidos, Gran Bretaña o Alemania. Sin embargo, a pesar de algunos desafíos, y demostrando una capacidad de lanzamiento cada vez más prometedora, así como un programa de tecnología espacial local, Brasil ha logrado crear un programa espacial joven y funcional que rivaliza o supera a todos los demás Estados en desarrollo. Junto con sus bases tecnológicas y de recursos, el país está listo para usar esta capacidad de lanzamiento recién adquirida y promover su pretensión de ser una potencia mundial en expansión para el siglo XXI, así como un líder espacial en el contexto internacional.

En conclusión, Brasil cuenta con una amplia experiencia en el sector espacial, marcada por un interés claro por desarrollar una capacidad de lanzamiento propia para ponerla al servicio de las necesidades nacionales en áreas de trabajo prioritarias como es el caso de las telecomunicaciones y la observación de la Tierra, valiéndose para ello de esquemas de cooperación a nivel interno y externo. Sin embargo, aún no ha logrado el éxito esperado, por lo que es de esperar que la continuidad a las actividades previamente desarrolladas sobre el particular concluya exitosamente, a fin de que Brasil se consolide como el primer país latinoamericano en contar con la suficiencia para poner cargas en el espacio para sí mismo y para otros actores interesados, ya sean del ámbito público o privado. Para ello cuenta, además del bagaje técnico, con todo un marco organizacional, de gobernanza y de interacción entre la triada Estado-industria-academia, que, aunado a la voluntad política, contribuyen al logro de tal objetivo.

3.3 Caso México

México cuenta con un amplio recorrido en temas espaciales que data de diciembre de 1957, cuando lanzó el cohete sonda *Física I* con el objetivo de estudiar las propiedades de la atmósfera. Esta experiencia continuó y es así como con el apoyo de

la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), entre 1959 y 1960, ingenieros mexicanos lograron construir y lanzar en forma exitosa los cohetes de combustible líquido SCT-1 y SCT-2, similares a los cohetes alemanes de la Segunda Guerra Mundial. Para la misma época, México comenzó a colaborar con los Estados Unidos, instalando en Sonora una estación rastreadora para las naves mexicanas y de la NASA (konbini.com, 2016).

En 1962 se creó la Comisión Nacional del Espacio Exterior (CONEE), a través de la cual se llevaron a cabo tres lanzamientos de cohetes: *Tototl* en 1962, que alcanzó una altura de 22 km; *Mitl 1* en 1967, que llegó a 50 km; y *Mitl 2* en 1975, con una elevación de 120 km (Lucero, 2017). En 1977, en una aparente falta de visión, el gobierno mexicano decidió no darle más continuidad a esta comisión. En la década de los 80, México volvió a la escena espacial con los satélites *Morelos I* y *II* conformando el Sistema Satelital Mexicano (Mexsat). Además, se llevaron a cabo varios experimentos espaciales diseñados por personal mexicano que se lograron a través de cohetes, misiones y naves foráneas, ya que en México no existía (ni existe) la infraestructura necesaria para lanzar misiones nacionales tan avanzadas (konbini.com, 2016).

Otro logro importante en la misma década corresponde al obtenido por Rodolfo Neri Vela, al convertirse en el primer astronauta mexicano en ir al espacio en la misión *STS-61-B*, llevada a cabo por el Transbordador Espacial *Atlantis*, y cuya finalidad principal era la de realizar la puesta en órbita de varios satélites, entre ellos el *Morelos II* (+ DE MX, 2017). Entre 1993 y 1994, México puso en órbita los satélites *Solidaridad I* y *II* para reemplazar los satélites del sistema *Morelos*; en 1996, estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) lanzaron en un cohete ruso el microsatélite *UNAMSAT B*, con la finalidad de realizar estudios estadísticos de impacto de meteoritos en la atmósfera terrestre (Agencia Espacial Mexicana y ProMéxico, 2017).

En 2010 tuvo lugar la creación de la Agencia Espacial Mexicana (AEN), a partir de una iniciativa civil y académica que también promovió la ley conducente a su puesta en marcha, con el propósito de articular los centros de investigación además de incursionar en el desarrollo de servicios relacionados con la explotación del espacio exterior y temas relacionados. La AEN es un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que forma parte del sector coordinado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) con los siguientes objetivos (Rivera, 2017):

- Formular, proponer y ejecutar la política espacial de México, así como el programa nacional de actividades espaciales.

- Promover el desarrollo de actividades espaciales para ampliar las capacidades del país en las ramas educativa, industrial, científica y tecnológica en materia espacial.
- Desarrollar la capacidad científico-tecnológica del país a través de la articulación de los sectores involucrados.
- Promover el desarrollo de los sistemas espaciales y los medios, tecnología e infraestructura necesarios para la consolidación y autonomía de este sector en México.
- Facilitar la incorporación de los sectores relacionados y particularmente la participación del sector productivo.
- Promover una activa cooperación internacional mediante acuerdos que permitan la integración activa de México a la comunidad espacial internacional.
- Servir como instrumento de la rectoría del Estado en este sector.
- Velar por el interés y seguridad nacionales, mediante una estrategia que integre conocimiento científico y tecnológico, eficiencia, experiencia y capacidad de coordinación entre las entidades públicas de la administración federal.
- Garantizar y preservar el interés público y la protección de la población, como fundamentos del desarrollo, seguridad, paz y prevención de problemas de seguridad nacional.
- Recibir de las entidades públicas, privadas y sociales, propuestas y observaciones en el área espacial para su estudio y consideración.

La estructura de la AEN está conformada por una Junta de Gobierno, una Dirección General, un órgano de vigilancia y las estructuras técnicas y administrativas que determinan el estatuto orgánico. La Junta de Gobierno está integrada por miembros de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la Secretaría de Gobernación, la Secretaría de Relaciones Exteriores, la Secretaría de Educación Pública, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Secretaría de la Defensa Nacional, la Secretaría de Marina, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional, la Academia Mexicana de Ciencias, la Academia de Ingeniería, la Academia Nacional de Medicina, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Rivera, 2017).

En 2011 la AEN publicó las líneas generales de la política espacial mexicana, que busca traducir el desarrollo científico, tecnológico e industrial aeroespacial mexicano, en oportunidades que le permitan al país competir a nivel global con sus correspondientes beneficios. Esta política cuenta con los siguientes objetivos (Rivera, 2017):

- Crear un marco institucional propicio para al desarrollo espacial de México dedicado a mejorar las condiciones y oportunidades de vida de la población.

- Asegurar que las actividades espaciales tengan un papel relevante en la protección y seguridad de la población.
- Articular los sectores público y privado para desarrollar sistemas satelitales con infraestructura y tecnologías propias.
- Establecer los criterios para el fomento de las actividades espaciales en México.
- Fomentar cadenas productivas que vinculen al sector industrial con los sectores académicos.
- Fortalecer la política de cooperación internacional en materia espacial.
- Estimular el crecimiento de una industria espacial autosostenible de clase mundial.
- Promover la expansión y la consolidación de una cultura del conocimiento espacial.
- Garantizar y preservar en la política espacial, los valores de desarrollo humano, seguridad y paz.

En 2012, la AEN y ProMéxico, el organismo gubernamental encargado de coordinar las estrategias dirigidas al fortalecimiento de la participación de México en la economía internacional, establecieron el documento Plan de Órbita: mapa de ruta del sector espacial mexicano, el cual recoge las perspectivas y propuestas de representantes de la industria, la academia y el gobierno. Cuatro años después y reconociendo que por la naturaleza del sector, cualquier estrategia encaminada a impulsar su desarrollo requería de actualización y retroalimentación periódicas, se efectuó su revisión para generar el documento Plan de Órbita 2.0, a fin de: incorporar los avances recientes del mercado espacial; proveer pautas de seguimiento a los acuerdos, proyectos y actividades de la versión inicial; definir líneas estratégicas específicas que toman en cuenta las nuevas tendencias y, proponer acciones concretas para desarrollar y fortalecer la industria en los años siguientes, coordinando los esfuerzos de las partes interesadas (Agencia Espacial Mexicana y ProMéxico, 2017).

Dentro del documento se incluye un diagnóstico del estado de la industria espacial mexicana, el cual tiene relevancia para el establecimiento de la estrategia planteada en el mapa de ruta, concluyéndose igualmente que otros factores críticos a tomar en cuenta son el desarrollo de recursos humanos idóneos y de capacidades avanzadas de manufactura; la explotación de nuevos nichos de mercado; el apoyo gubernamental y la vinculación; la reducción de la brecha tecnológica y, el fomento a la cooperación internacional.

Como parte del diagnóstico se realizó una encuesta en línea, con participación de cerca de 300 instituciones relacionadas con la industria espacial mexicana en los sectores académico, empresarial y gubernamental, obteniendo que la industria electrónica

es la más relacionada con la espacial, no sin antes aclarar que el estudio no incluyó a la industria aeronáutica por considerarla no relacionada con el sector espacial. Después del electrónico, aparecen los sectores metalmecánico, de automatización y control y de nuevos materiales, como las siguientes industrias mayormente relacionadas con las actividades espaciales en México. El grupo encuestado también consideró a la manufactura espacial como un subsector prioritario seguido del de telecomunicaciones y del de la observación de la Tierra (Agencia Espacial Mexicana y ProMéxico, 2017).

El aparte correspondiente al análisis de las tendencias globales y sectoriales provee información clave para comprender el rumbo del sector espacial a nivel global, identificando a su vez las probables afectaciones en el desarrollo de la industria espacial en México. Dentro del documento se presenta una estrategia del sector espacial mexicano basada en cuatro ejes temáticos: 1) eje de innovación y nichos de oportunidad para la industria y servicios convergentes; 2) eje de autodeterminación en el desarrollo de las actividades espaciales y cooperación para el fortalecimiento del sector espacial mexicano; 3) eje de impulso a la cadena de valor del sector e impulso al desarrollo industrial, productos y servicios y 4) eje de acceso digital y desarrollo de contenidos y soluciones (Agencia Espacial Mexicana y ProMéxico, 2017).

En lo que corresponde al eje de innovación y nichos de oportunidad para la industria y servicios convergentes (observación de la Tierra, protección civil y cambio climático, entre otros), se contempla la exploración y aprovechamiento de nichos de mercado en los que México puede desarrollarse, teniendo en cuenta las capacidades actuales y potenciales de participación del sector privado. También incluye la definición y coordinación del marco regulatorio necesario para incentivar y generar competitividad a nivel internacional. Con respecto al eje de autodeterminación en el desarrollo de las actividades espaciales y cooperación para el fortalecimiento del sector espacial mexicano, se establece la necesidad de que México cuente con la posibilidad de decidir sobre su acceso al espacio, incluyendo sus posiciones orbitales actuales y futuras, la capacidad de desarrollo de naves espaciales y la posibilidad de su puesta en órbita y control en el espacio.

En lo relativo al eje de impulso a la cadena de valor del sector e impulso al desarrollo industrial, productos y servicios, el enfoque está en el desarrollo de las capacidades industriales y de infraestructura necesarias para que México tenga una activa participación en el mercado espacial internacional. Dado el tamaño de la economía del país, se considera como alta la probabilidad de que México tenga una participación significativa en alguno de los segmentos de la cadena de valor global de la industria espa-

cial, incluyendo el de los puertos espaciales. En lo pertinente al eje de acceso digital y desarrollo de contenidos y soluciones, está enfocado en el desarrollo de capacidades para incrementar el grado de conectividad del país y la explotación de oportunidades en cuanto a contenidos y aplicaciones basadas en servicios en línea.

A partir del establecimiento de los ejes temáticos, se definieron los siguientes hitos con sus respectivos proyectos estratégicos (Agencia Espacial Mexicana y ProMéxico, 2017):

Hito 1: en 2035, México atiende las necesidades de los mercados públicos y privados convergentes ligados al sector espacial y se posiciona entre los tres líderes mundiales a través del logro de una participación del 40% en el mercado global, incluyendo el uso de tecnologías espaciales para la atención de la población y el cambio climático. De forma no exhaustiva, algunos de los mercados a considerar son: satélites de observación y sus aplicaciones en cambio climático, alerta temprana, seguridad nacional, sector agropecuario y gestión de recursos; manufactura 4.0; diseño de hardware y software para las plataformas y componentes espaciales; operación de sistemas satelitales y sus aplicaciones; aplicaciones de los sistemas satelitales de navegación global (GNSS) en posicionamiento, sincronización, gestión y supervisión y, aplicaciones en salud y educación.

Ahora bien, como proyectos estratégicos dentro del marco de este hito se encuentran: actualización del inventario de capacidades industriales, de innovación y servicios, vigilancia tecnológica de las capacidades y estado del arte; extender las capacidades de la red de innovación y validación de soluciones para el sector espacial; consolidación del repositorio nacional de gestión imágenes y datos satelitales; fortalecimiento del Comité Técnico Nacional de Normalización del Espacio como órgano de normalización del sector espacial y coordinación con la Entidad Mexicana de Acreditación para la acreditación de laboratorios del sector; establecimiento del clúster mexicano de organizaciones, industrias y servicios ligados al espacio; desarrollo de una estrategia de diseño, manufactura y puesta en servicio de satélites pequeños (proyecto integral y detonador); realización de estudio de análisis de mercados estratégicos y de oportunidad para el país en materia espacial y, desarrollo de estrategias especializadas para los mercados estratégicos definidos por el estudio.

Hito 2: para 2036, garantizar el acceso al espacio afianzando la capacidad de decisión para la preservación y ampliación de los recursos de órbitas y del espectro radioeléctrico correspondiente y el establecimiento de dos posiciones orbitales adicionales. Los siguientes proyectos estratégicos hacen parte de este hito: definir ex-

plícitamente las competencias de los organismos nacionales en la identificación y el seguimiento de las fechas de reposición de los satélites y establecer los mecanismos y políticas que garanticen un programa de conservación y ampliación de las posiciones orbitales satelitales y las frecuencias necesarias; política y bases de coordinación y planeación para garantizar la gestión de las órbitas y el espectro radioeléctrico asociado; actualización de catálogo integral de capacidades de laboratorios asociados y, creación de la primera red de grupos de inversionistas de capital de riesgo para proyectos de infraestructura espacial.

Hito 3: para 2026, se tendrá un papel reconocido en el desarrollo de componentes, productos y servicios, con una participación de aproximadamente 1% del mercado global, equivalente a US\$3 mil millones. Este hito contempla los siguientes proyectos estratégicos: análisis de prospectiva tecnológica para la vinculación del sector nacional de tecnologías de la información con el sector espacial; política y bases de coordinación y planeación para dar certidumbre y fomentar las actividades para el desarrollo de lanzadores en México; integrar un grupo gestor multidisciplinario para la identificación y análisis de mercados estratégicos y de oportunidad para el país en materia espacial, desarrollo de estrategias especializadas en función de los mercados de alto valor identificados, y desarrollar un programa piloto para lanzadores en territorio nacional; establecimiento de sistemas de compensaciones industriales para el sector espacial; desarrollo de estrategias para aumentar el contenido nacional en satélites y segmento terrestre y, desarrollo de estrategias de alianzas internacionales.

Hito 4: para 2026, desarrollar la infraestructura espacial necesaria para aumentar en 25% la cobertura de conectividad en América Latina. Los proyectos estratégicos aquí contemplados se relacionan a continuación: creación de la red latinoamericana de protección civil por tecnología satelital; desarrollo de la estrategia para lograr la integración nacional del 45% para aplicaciones del sistema de comunicaciones para seguridad nacional; análisis de alternativas de sitios para ubicación de puertos espaciales dentro del territorio nacional y disponibilidad de tales zonas y, desarrollo de puertos espaciales, aprovechando las capacidades nacionales tecnológicas y de innovación.

La implementación de la estrategia implicaría la articulación de diversos actores; el establecimiento de alianzas nacionales e internacionales en materias de innovación, financiamiento, legislación y cooperación tecnológica y científica; la definición de estructuras jurídicas y marcos regulatorios; el diseño de políticas públicas y, un elevado nivel de compromiso y coordinación entre los diferentes actores. En este sen-

tido, México estaría comprometido con el desarrollo del sector espacial, por lo que se dedicará a generar espacios de colaboración, unir esfuerzos, establecer alianzas, atraer inversiones y utilizar eficientemente los recursos disponibles para posicionarse como un polo de desarrollo espacial, reconocido a nivel internacional por su capacidad de coordinación y realización de trabajos de alto impacto socioeconómico, calidad e innovación (Agencia Espacial Mexicana y ProMéxico, 2017).

En conclusión, la hoja de ruta propuesta por México para el desarrollo de su programa espacial parte de una base de experiencias previas que, a pesar de haber tenido sus altibajos a lo largo del tiempo, han derivado en la creación más o menos reciente de una Agencia Espacial con la finalidad de sacar adelante una estrategia que permita no sólo atender las necesidades nacionales sino también impulsar el establecimiento, la evolución y el posicionamiento de una industria espacial competitiva y sostenible. Sin embargo, no se está aprovechando el legado que ha traído en términos industriales la consolidación de una industria aeronáutica de alta vocación exportadora, cuyo éxito está soportado fundamentalmente en el cumplimiento de los exigentes requisitos del cliente, la industria y las autoridades regulatorias, por lo cual es posible que el camino por recorrer se haga aún más largo.

3.4 Caso Venezuela

Venezuela se ha mostrado ante la comunidad internacional como un actor importante en el escenario espacial suramericano. El interés inicial de Venezuela en las actividades espaciales es anterior a la revolución bolivariana, y comenzó en el contexto de los desafíos de desarrollo de la región andina, ya que a principios de la década de 1980, debido a los retos al desarrollo presentados por la geografía de la región (fragmentada por la cordillera de los Andes), Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (los cinco países del Pacto Andino), realizaron estudios técnicos y de viabilidad de satélites e identificaron una ranura en la órbita geoestacionaria para un sistema satelital andino. El sistema se llamaría *Proyecto Cóndor*, pero nunca vio la luz del día debido a las graves dificultades financieras sufridas en la región durante los años 80.

Pero a mediados de la década de 1990, el panorama político y económico de América Latina había mejorado, y la privatización, una vez anatema para muchos líderes latinoamericanos, fue adoptada como el modelo preferido de reforma económica. En ese contexto, el Comité Andino de Autoridades de Telecomunicaciones (CAATEL), junto con la Asociación de Empresas de Telecomunicaciones de la Región Andina (ASETA), tomó la decisión en 1994 de avanzar en el proyecto satelital, con el nuevo nombre

de *Proyecto Simón Bolívar*. Posteriormente, el gobierno de Rafael Caldera solicitaría en 1996, una ranura orbital para el satélite de telecomunicaciones *Andesat*, que era propiedad exclusiva de inversores privados de los cinco países del Pacto Andino. Pero bajo el gobierno de Hugo Chávez, las actividades espaciales venezolanas asumieron un carácter decididamente más nacionalista; en noviembre de 2005, Chávez decretó la creación del Centro Espacial Venezolano (CEV), una subsección del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias (MPPCT); el nombre de la institución se cambiaría posteriormente en 2007, al de Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE), como un organismo especializado, técnico y asesor responsable de ejecutar las políticas y lineamientos nacionales para el uso del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, emanados del órgano rector en materia de ciencia y tecnología. Asimismo, se encargaría de concretar programas y proyectos espaciales, así como, generar regulaciones y normativas en la materia (Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales, 2016).

Cuenta con una sede central en el Complejo Tecnológico Simón Rodríguez en Caracas, las Estaciones Terrenas de Control Satelital (ETCS) de Baemari en el Estado de Guárico, y de Luepa en el Estado de Bolívar, la Unidad de Sistemas de Aplicaciones Satelitales (SAT) en Caracas y el Centro de Investigación y Desarrollo Espacial (CIDE) en el Estado de Carabobo. Su organización está dividida en un Nivel de Dirección (Junta Directiva y Presidencia junto con su staff), un Nivel de Asesoría y Apoyo (Seguridad Integral, Consultoría Jurídica, Gestión Humana, Planificación, Organización y Presupuesto, Gestión Administrativa, Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Asuntos Internacionales y Atención al Ciudadano) y un Nivel Sustantivo (Aplicaciones Espaciales, Sistemas Espaciales, Ciencia, Formación y Desarrollo, Calidad, Normalización y Regulación e Investigación e Innovación) (Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales, 2016).

Uno de los grandes hitos alcanzados en la era espacial venezolana corresponde al de la entrada en operación en 2008 del satélite de telecomunicaciones *VENESAT-1* o *Simón Bolívar*, construido y lanzado desde China con un costo cercano a los US\$400 millones, en una negociación que incluyó la fabricación del dispositivo, su lanzamiento, la implementación de dos centros de control y el entrenamiento de sus ingenieros (cnnespanol.cnn.com, 2018). Dentro de los servicios prestados por el Simón Bolívar se destacan la capacidad de proveer enlaces digitales (*Uplink/Downlink*) en las bandas C, Ku y Ka; Televisión Directa al Hogar (TDH); acceso a Internet y soporte a la red de telefonía móvil celular del Estado.

Con el satélite, se están impulsando la telemedicina y la teleducación, con lo cual éste se convierte en una herramienta para la inclusión social que permite además el desarrollo de amplios programas de investigación (Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales, 2016).

Otro hito importante corresponde a la entrada en operación en 2012 del satélite de observación *VRSS-1* o *Francisco Miranda*, construido por la empresa china *Great Wall Industry Corporation*, a un costo de US\$144 millones. Su vida útil fue estimada en cinco años y ha sido ofrecido a gobiernos de la región a través de acuerdos internacionales relacionados con educación, aplicación científica, protección ambiental, monitoreo y gestión de desastres, seguridad y defensa (Peña y Yumin, 2017). Finalmente, en octubre de 2017, fue lanzado el satélite de observación *VRSS-2* o *Antonio José de Sucre*, también desde China y cuyo empleo, de acuerdo con fuentes de gobierno, estaría enfocado hacia la seguridad alimentaria, la gestión de riesgos socio-naturales y la seguridad ciudadana (Agencia Venezolana de Noticias, 2017).

El interés inicial en las telecomunicaciones y teledetección ha evolucionado hacia el desarrollo de capacidades con el objetivo de incursionar en la construcción de satélites, en apoyo de las necesidades tanto nacionales como regionales, razón por la cual Venezuela implementó el CIDE a fin de fabricar satélites de hasta 1.000 kg. Además, actualmente lleva a cabo las siguientes actividades relacionadas con el espacio (Sarli et al., 2018):

1. Investigación y desarrollo en conjunto con el sector académico para fortalecer el currículo espacial en los centros de educación.
2. Desarrollo del curso Técnicas de teledetección espacial para el análisis de características geográficas, dictado en línea por ABAE, cuyo objetivo corresponde al de entrenar a profesores de las escuelas primarias y secundarias en el uso de imágenes satelitales para analizar el ambiente circundante a los centros educativos y promover la participación de comunidades locales en el desarrollo de políticas públicas en los niveles local y nacional
3. Promoción del desarrollo del sector espacial local a través del establecimiento de un centro de investigación de tecnologías asociadas a los pequeños satélites. El objetivo es impulsar las redes de investigación y el desarrollo de proyectos espaciales con la participación de sectores productivos locales en campos tales como materiales, electrónica, química, ingeniería, telecomunicaciones, educación, informática, geomática y geofísica, entre otros
4. Ejecución por parte de ABAE en conjunto con el sector académico, de varios proyec-

tos de investigación dedicados a producir mapas de gravedad absoluta, anomalías gravitacionales y anomalías en el campo magnético de Venezuela a partir de datos satelitales.

5. Fortalecimiento de capacidades espaciales locales a través del establecimiento del curso Entrenamiento integral en ciencia y tecnología espacial, el cual consta de los módulos de Operación y gestión de satélites, Ingeniería satelital y Gestión de proyectos satelitales, con la finalidad de reforzar las capacidades del personal de ABAE en estas áreas del conocimiento.

De igual forma, se encuentra en curso el desarrollo del proyecto satelital *VENESAT-2* o *Guaicaipuro*, en colaboración con China, cuya entrada en operación está prevista para el año 2022. Con relación a lo anterior, para lograr los objetivos trazados y como se hace patente, no solo a través del desarrollo de sus misiones satelitales, sino también de las demás iniciativas acometidas en materia espacial, ABAE ha utilizado la cooperación internacional como un mecanismo para fortalecer el programa espacial venezolano. Así las cosas, entre los acuerdos de cooperación suscritos por parte de Venezuela a través del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) en los campos de ciencia y tecnología espacial, es posible citar alianzas con Brasil, China, India, Uruguay, Argentina y Bolivia. Como parte del mandato nacional, todos los acuerdos bilaterales deben incluir el desarrollo de proyectos espaciales en áreas específicas tales como observación de la Tierra, telecomunicaciones e investigación científica, además de la adquisición de capacidades, el entrenamiento de personal calificado y la transferencia de tecnología (Sarli et al., 2018).

En conclusión y de continuar adelante con la política espacial trazada en los últimos años, la experiencia acumulada por Venezuela a través de las actividades espaciales desarrolladas en los últimos años, así como el creciente papel de la cooperación internacional, son factores claves que sin duda alguna contribuirán a un desarrollo espacial cada vez más exitoso junto con su respectivo posicionamiento entre los países que dominan las tecnologías asociadas.

4. Otros Casos Regionales

4.1 Caso Bolivia

A pesar de ser uno de los países más pobres y menos desarrollados de América Latina, Bolivia ha seguido los pasos de sus vecinos en la búsqueda de la tecnología espacial como un medio para el desarrollo socioeconómico. Este país organiza sus actividades de investigación del espacio a través de la Agencia Boliviana Espacial (ABE), que

básicamente es una empresa pública nacional estratégica del Estado Plurinacional de Bolivia, creada en febrero del año 2010 y subordinada al Ministerio de Obras Públicas Servicios y Vivienda. Tiene como objetivo gestionar, implementar y administrar los proyectos espaciales del Estado, promover la transferencia tecnológica y brindar servicios en beneficio de los bolivianos (Agencia Boliviana Espacial, s.f.). Igualmente, tiene las siguientes funciones: gestionar y ejecutar la implementación del proyecto del satélite de comunicaciones *Tupac Katari*; promover el desarrollo de nuevos proyectos satelitales y espaciales; la transferencia y la formación de recursos humanos en tecnología espacial y, la implementación de aplicaciones satelitales para su uso en programas sociales, productivos, defensa, ambientales y otros.

La construcción y lanzamiento de su satélite emblemático, que se dio en diciembre de 2013 y cuya vida útil espera ser de 15 años, estuvo a cargo de la Corporación de Ciencia y Tecnología Aeroespacial de China a través de su subsidiaria Great Wall, como encargada de la fabricación y el lanzamiento del satélite. El costo del proyecto fue de US\$300 millones, incluido el artefacto y la construcción de dos estaciones de control en tierra; estos recursos fueron financiados en un 85% con un crédito del Banco de Desarrollo de China, y el 15% restante por el Estado boliviano. Una gran parte de estos recursos (US\$295,4 millones), estuvo destinada al artefacto tecnológico y el resto a obras de infraestructura, como las dos estaciones en tierra, según datos oficiales bolivianos (eltiempo.com, 2013). Hasta 2018, el lanzamiento del satélite ha retornado cerca de US\$100 millones y ha brindado cobertura a casi 3,5 millones de bolivianos, la mayoría de ellos habitantes de áreas rurales que previamente no tenían ningún acceso a Internet (Zambrana, 2018).

4.2 Caso Chile

Chile tuvo su primer contacto con la exploración espacial en 1959, cuando la NASA instaló en Antofagasta una estación de rastreo con el fin de apoyar la operación de las primeras misiones de cohetes sonda enviados por los Estados Unidos. Tiempo después, la misma agencia instaló en Peldehue, otra estación que con el tiempo pasó a depender exclusivamente de la Universidad de Chile, dando lugar con ello a la constitución del Centro de Estudios Espaciales de la Universidad de Chile (CEE) (Astronáutica Chile, s.f.). Desde ese entonces, y hasta la primera década de los años 2000, el CEE apoyó más de un centenar de misiones llevadas cabo por la NASA, entre tripuladas y no tripuladas, experiencia que generó la apropiación de conocimiento por parte de varias cohortes de ingenieros y técnicos que posteriormente hicieron parte de otras iniciativas nacionales en campos relacionados, además de misiones espaciales en otros países.

En 1980, se creó el Comité de Asuntos Espaciales (CAE), en el seno de la Fuerza Aérea de Chile (FACH), con el propósito de realizar una propuesta de política espacial nacional y elaborar un proyecto de ley para crear una agencia espacial como un servicio público con personalidad jurídica y patrimonio propio. Uno de los logros más importantes de este Comité corresponde al acuerdo suscrito con la NASA en 1984, mediante el cual se dio inicio al estudio aéreo del debilitamiento de la Capa de Ozono en la Antártida y se implementó la primera conexión satelital directa entre la red informática universitaria chilena y la red universitaria interamericana (Fuerza Aérea de Chile, s.f.).

En consecuencia, con los lineamientos generados por este Comité, en 1994 la FACH decidió acometer un programa de desarrollo espacial que contemplaba el lanzamiento de los microsátélites *FASat-Alfa* y *FASat-Bravo*, además de la implementación de una estación de control y seguimiento de satélites y la formación de ingenieros y oficiales en pregrado y posgrado en ingeniería aeroespacial y satelital en universidades de los Estados Unidos y el Reino Unido. El *FASat-Alfa* fue construido y diseñado por ingenieros de la FACH y de la Universidad de Surrey en Inglaterra, y lanzado al espacio desde el Cosmódromo de Plesetks, en Ucrania el 31 de agosto de 1995. Una vez en órbita y debido a una falla en el sistema de separación, el aparato nunca logró desprenderse del lanzador y alcanzar la órbita prevista (Astronáutica Chile, s.f.). Por su parte, el *FASat-Bravo* contaba con sistemas para monitorear la capa de ozono, tomar imágenes de la superficie terrestre y realizar experimentos para almacenar, bajar y subir información, incluida la de posicionamiento global, entre otras características; fue lanzado en 1998, desde el Cosmódromo de Baikonur. La FACH operó este satélite hasta junio de 2001, recopilando información de interés y acumulando experiencia en el desarrollo y empleo de tecnologías satelitales (Astronáutica Chile, s.f.).

En el año 2001, el Gobierno de Chile derogó el CAE y retomó el tema espacial mediante la creación de la comisión asesora presidencial denominada Agencia Chilena del Espacio (ACE), a la que se le encomendó en forma similar a la iniciativa anterior en esta materia, proponer una política espacial nacional y la elaboración de un nuevo proyecto de ley actualizado para crear una agencia espacial nacional como un servicio público. La ACE es parte del Ministerio de Economía y trabaja en la construcción de las bases legales y conceptuales que hagan sustentable el desarrollo espacial de Chile en las próximas décadas. Como ejemplo de este propósito, se elaboró el documento Política Espacial de Chile, cuya aprobación por parte del Poder Ejecutivo se encuentra en curso (Fuerza Aérea de Chile, s.f.). Los desarrollos satelitales chilenos tuvieron una interrupción hasta 2007, cuando se dio inicio al proceso de adquisición de un nuevo

satélite de observación de la Tierra, el cual se materializó con la firma de un contrato con EADS para el *FASat-Charlie*, el cual finalmente fue puesto en órbita el 16 de diciembre de 2011.

La Universidad de Chile cuenta con un programa espacial que tiene como objetivos la formación avanzada de capital humano, el desarrollo de equipamiento tecnológico y la prueba de nuevas investigaciones y desafíos en exploraciones científicas a través del uso de pequeños satélites. La idea de este programa surgió en 2010 con la primera misión del proyecto Satélite de la Universidad de Chile para la Investigación Aeroespacial (*SUCHAI*, por sus siglas en inglés), que se materializó con el respaldo de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas con un aporte cercano a los US\$300.000 para la creación del Laboratorio de Exploración Espacial y Planetaria de la Casa de Bello, el diseño y construcción del vehículo espacial, además de las respectivas pruebas y certificaciones del satélite en Chile y en el extranjero, para luego contratar a la agencia internacional que lo puso en órbita el 23 de junio de 2017. Asimismo, ya hay dos versiones del nanosatélite en construcción: *SUCHAI 2*, financiada por un proyecto del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) y *SUCHAI 3*, con fondos que provienen del Proyecto Anillo del Centro de Física Experimental de la Universidad de Chile (OpenBeauchef, s.f.).

El 18 de marzo de 2019 tuvo lugar la firma del Acuerdo Marco de Colaboración en Materias Espaciales entre el Rector de la Universidad de Chile y el Comandante en Jefe de la Fuerza Aérea, con el propósito de establecer un mecanismo de colaboración para llevar a cabo el desarrollo y la consolidación de las actividades espaciales chilenas. A pesar de que ambas instituciones han mantenido programas espaciales con objetivos diferentes, en la última década, han sido los dos organismos dedicados a la creación de una política espacial, no solo con documentos y programas, sino también con la puesta en órbita de satélites y la obtención de información de interés para la nación (Díaz, 2019).

El 11 de julio de 2019 se realizó la presentación de los lineamientos generales del nuevo Programa Espacial Nacional (PEN) por parte de la Subdirección de Asuntos Espaciales de la Dirección de Operaciones de la FACH con base en las directrices del proyecto anunciado por la Presidencia de la República el 01 de junio del mismo año, que comprende la adquisición y puesta en marcha de un moderno satélite que funcionará en red con otros satélites y reemplazará al *FASat-Charlie*. Las funciones del sistema están centradas en la vigilancia y control del aire y el espacio, así como en el desarrollo de industria, infraestructura, medios aéreos y políticas dentro del ámbito aeroespacial.

El PEN se enfoca en el incremento de las capacidades del sistema espacial nacional a través de la creación de un sistema integrado para la observación de la Tierra y las telecomunicaciones de uso tanto para el sector público como privado. La estrategia por seguir se basa en la colaboración entre las diferentes partes interesadas para fortalecer el nuevo sistema, así como soportar el marco normativo, las capacidades tecnológicas, los activos espaciales e infraestructura asociada, la institucionalidad y los aspectos financieros. Así las cosas, las líneas de acción están enfocadas en fortalecer la industria nacional, apoyar las actividades de investigación, desarrollo, innovación y conocimiento, generar masa crítica para explotar nuevas capacidades y coordinar la cooperación nacional e internacional. Se plantea también contar con más estaciones terrenas, capacidades de fabricación nacional de nanosatélites y la implementación de geo-portales para la obtención y difusión de información a todo nivel (Aránguiz, 2019).

En conclusión, además de sus incursiones en la tecnología satelital, Chile se ha distinguido como un líder regional en materia de ciencia espacial. Los primeros proyectos incluyeron esfuerzos conjuntos con la NASA y la Agencia Espacial Europea (ESA), como el Observatorio Paranal en el desierto de Atacama, que alberga el *Very Large Telescope* (VLT), de 4 telescopios² de 8,2 m; adicionalmente, posee 4 *Auxiliary Telescopes* (AT), de 1,8 m que pueden añadirse al VLT en caso de que los telescopios principales estén ocupados en otros proyectos; un VLT *Survey Telescope* (VST) de 2,5 m y el *Visible & Infrared Survey Telescope for Astronomy* (VISTA) de 4 m, con amplios campos de visión para examinar áreas extensas del cielo cósmico de manera uniforme. Al invertir más de US\$500 millones anuales en actividades espaciales y servicios satelitales (Harding, 2013), Chile ha promovido la aspiración de convertirse en un líder regional en cooperación espacial; en 2002, la ACE propuso la creación de una agencia espacial latinoamericana junto con Argentina, Brasil y México, similar a la ESA.

4.3 Caso Ecuador

Ecuador también ha adoptado las actividades espaciales como una herramienta para el desarrollo nacional, por lo que la experiencia de este país en programas espaciales ha sido continua durante más de 50 años. En 1957, Ecuador fue hogar de una de las primeras estaciones de control de satélites de la NASA, localizada al pie del volcán Cotopaxi, a 5.897 metros sobre el nivel del mar. En 1977, se creó el Centro para la Extracción Nacional de Recursos por Teledetección (CLIRSEN), con el objetivo de colaborar en la floreciente industria petrolera del país, y en 1982, CLIRSEN asumió el

2. El primer telescopio en entrar en operación fue *Antú* (Sol), en 1998; seguido en el año 2000 por *Kúyén* (Luna), *Yepún* (Venus) y *Melipal* (Cruz del Sur), en 2001. Estos telescopios tienen nombres tomados del idioma mapuche.

control operativo de las estaciones Cotopaxi de la NASA (cuando terminó su misión), y las transformó en estaciones para el procesamiento de datos satelitales nacionales.

No obstante, el momento de mayor prestigio espacial para Ecuador llegaría en 2003, cuando un ingeniero de sistemas llamado Ronnie Nader Bello, se convirtió en el primer ecuatoriano en recibir capacitación como cosmonauta en el afamado Centro de Entrenamiento de Cosmonautas Gagarin de Moscú, en 2007. A su regreso, y gracias a su fama nacional como cosmonauta capacitado, Nader Bello ayudó a fundar la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA), una organización de capital mixto y sin ánimo de lucro. Empero, EXA es parcialmente civil, ya que las Fuerzas Armadas del Ecuador (FAE) poseerían una participación del 50%, siguiendo la larga tradición de la FAE de ser propietaria de algunos negocios en el sector privado. Los objetivos establecidos por EXA eran: 1) desarrollar vuelos orbitales a una altura mínima de 100 kilómetros sobre el nivel del mar, para realizar al menos dos experimentos³; 2) enviar un astronauta a la Estación Espacial Internacional (ISS) por un mínimo de 10 días y 3) prever una misión lunar. Si bien podría cuestionarse la naturaleza demasiado ambiciosa de los objetivos del programa, el fin, declarado en la política espacial ecuatoriana para inspirar a toda una generación de ecuatorianos, coincidiría bien con la misión de desarrollo declarada del programa de EXA para producir una sociedad más científica y alfabetizada (Harding, 2013).

Ecuador cuenta también con el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), que tiene como misión impulsar la investigación científica y el desarrollo tecnológico espacial, además de incrementar la cultura aeroespacial en el país para contribuir a la defensa y el desarrollo nacional. Dentro de sus objetivos estratégicos se encuentran el incremento de las capacidades científico-tecnológicas aeroespaciales en el ámbito de la defensa y seguridad integral, la eficiencia operacional, el desarrollo de talento humano y el uso eficiente de los recursos presupuestales (Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología, s.f.), y cuenta con las siguientes áreas de investigación:

1. Observación espacial, a través de observatorios, telescopios, detectores y demás instrumentos utilizados para la captación de información, datos e imágenes espaciales, que permitan obtener un mayor conocimiento del Universo y la Tierra.
2. Astronáutica, mediante el estudio de la trayectoria, navegación, exploración y supervivencia humana en el espacio. Abarca tanto la construcción de los vehículos espaciales, como el diseño de los lanzadores que en un futuro se pondrán en órbita.

3. En mayo de 2008 se dio un paso específico hacia la realización de este objetivo, cuando EXA y la Fuerza Aérea Ecuatoriana presentaron un Sabreliner T-39 modificado, que podía imitar la microgravedad (a través de una ruta de vuelo elíptica relativa al centro de la Tierra), y ser una plataforma para realizar estudios que requirieran poca o ninguna gravedad. Llamado Proyecto Daedalus, este avión era el primero de microgravedad de este tipo en América Latina y colocaba al joven programa espacial de Ecuador en una posición para contribuir positivamente a las ambiciones espaciales del país y la región.

3. Clima espacial, correspondiente a la descripción de las condiciones siempre cambiantes del espacio. Las explosiones del Sol crean tormentas de radiación, fluctuación de los campos magnéticos y enjambres de partículas energéticas. Cuando llegan a la Tierra, interactúan de formas complejas con el campo magnético, dando origen a las correas de radiación y a las características tan complejas de la atmósfera terrestre.
4. Desarrollo y aplicación de tecnologías relacionadas con el uso y aplicaciones aeroespaciales en beneficio del desarrollo sostenible y la defensa planetaria, entre las que se destacan telecomunicaciones, observación de la Tierra, sistemas globales de navegación satelital (GNSS) y microgravedad.
5. Gestión del conocimiento y transferencia de tecnología como un proceso fundamental y fuente de valor agregado al servicio de todos los sectores sociales, las empresas, los organismos estatales, la academia y las fundaciones públicas y privadas, a fin de lograr la transformación y bienestar social, económico y cultural.

Sin embargo, el IEE fue una de las entidades cuya supresión fue ordenada por el ejecutivo ecuatoriano como parte de un paquete de medidas económicas, aunque sigue funcionando (Montenegro, 2019). Sus funciones serían asumidas por el Instituto Geográfico Militar, agencia cartográfica nacional del Ecuador, adscrita al Ministerio de Defensa y encargada de la planificación y control de las actividades relacionadas con la cartografía ecuatoriana en apoyo a la defensa, seguridad y desarrollo nacional.

4.4 Caso Perú

Perú ocupa un lugar especial entre los Estados latinoamericanos que desarrollan actividades espaciales, ya que el país fue hogar de Pedro Paulet, aquel que inventara el primer motor de cohete de combustible líquido del mundo en 1895, y el primer sistema moderno de propulsión de cohetes en 1900⁴. Según Wernher von Braun y Ordway III (1996, p. 23, "Paulet debe considerarse el pionero del motor de propulsión de combustible líquido (...) por sus esfuerzos, ayudó al hombre a llegar a la Luna". Eventualmente, Paulet pasaría a fundar la Liga Nacional de Aviación del Perú, precursora de la Fuerza Aérea Peruana.

Empero, la era moderna de las actividades espaciales peruanas partiría de la década de 1970, cuando por razones estratégicas, Perú fue uno de al menos 20 Estados en desarrollo que buscaban adquirir misiles balísticos (Karp, 1985), a saber, la larga disputa territorial con Ecuador, que culminaría en tres conflictos militares en el siglo XX.

4. Aunque el invento de Paulet nunca estuvo unido a un cohete en funcionamiento, se reconoce que fue decisivo en el fomento de los vuelos espaciales.

Entretanto, la primera experimentación de Perú en proyectos espaciales se produjo con su participación en experimentos de la atmósfera superior de la NASA en 1975 (*Proyecto Antarqui*), y mediciones de campo magnético ecuatorial en 1983 (*Proyecto Cóndor*), ambos realizados en la base de la fuerza aérea peruana Punta Lobos, ubicada en Pucusana, a 50 kilómetros al sur de Lima.

En Perú, las actividades espaciales están a cargo de la Comisión Nacional para la Investigación y el Desarrollo Aeroespacial (CONIDA), entidad adscrita al Ministerio de Defensa y que cuenta con más de cuarenta años de historia. Su instalación más importante es el Centro de Lanzamiento de Punta Lobos, desde donde se han lanzado varios cohetes del tipo *Paulet 1B*, construidos enteramente en Perú y con capacidad de alcanzar la estratosfera (Román y Vargas, 2015).

En septiembre de 2016 fue lanzado el satélite *PERUSAT-1*, un dispositivo construido por Airbus Defence and Space y lanzado desde el puerto espacial de Korou en la Guayana Francesa. El acuerdo entre Airbus y Perú concretado en 2014 y cuyo costo fue de US\$188 millones, incluyó la construcción del Centro Nacional de Operaciones de Imágenes Satelitales (CNOIS) (Sarli et al., 2015). Otras capacidades que hacen parte integral de este acuerdo, comprenden la cobertura de comunicación desde la estación de control con el satélite, su rastreo y la recepción de imágenes satelitales, acceso controlado a la información recogida por la constelación de satélites de Airbus, y lo más relevante, transferencia de tecnología para ingenieros peruanos. El provecho del *PERUSAT-1*, cuya vida útil se estima en 10 años, pretende reflejarse para el país en áreas como la minería y la agricultura, así como en aplicaciones específicas para el catastro, control de la tala ilegal, narcotráfico, previsión de desastres naturales, deforestación y ubicación de derrames de petróleo, entre otras (Sarli et al., 2015).

Perú ha desarrollado cuatro misiones utilizando pequeños satélites. Dos de ellas corresponden al *PUCP-Sat 1* y el *Pocket-PUCP*, llevadas a cabo por parte del Instituto Peruano de Radioastronomía de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y puestos en órbita en 2013 desde el cosmódromo de Baikonur. Otra misión corresponde al nanosatélite Chasqui, implementada por la Universidad Nacional de Ingeniería y puesto en órbita en 2014 desde la ISS para fines de observación de la Tierra. Una última misión corresponde a la del nanosatélite *UAP SAT-1*, desarrollado por la Universidad Alas Peruanas y puesto en órbita por la NASA en 2014 (Sarli et al., 2018).

Cabe resaltar que Perú emitió en 2009 su primera política espacial nacional, en la que las actividades espaciales se identificaban oficialmente como un instrumento orientado exclusivamente al desarrollo sostenible; en dicha política se exhortaba a las entidades

públicas y privadas peruanas a contribuir al futuro espacial del Estado peruano, porque “sin ciencia y tecnología, el país no puede lograr el desarrollo, y sin desarrollo no hay seguridad” (CONIDA, 2009, p. 2). En efecto, la política espacial del Perú reconoce directamente la relación entre el desarrollo y las actividades espaciales, señalando el beneficioso efecto que los programas espaciales pueden tener en términos de soberanía, poder político, económico y de capacidades militares, además de numerosas ventajas socioeconómicas, incluida la investigación del cambio climático global.

5. Conclusiones

Tanto para los Estados desarrollados como para los Estados en desarrollo, la decisión de invertir en una política espacial nacional se ha basado no solo en el deseo de obtener avances tecnológicos en materia espacial, sino, cuando las circunstancias financieras y geopolíticas así lo permiten, en abordar las necesidades de seguridad nacional percibidas. De hecho, desde los albores de la era espacial, la única constante que podría discernirse sería la fuerte tendencia que existe entre los Estados con capacidad espacial para intentar utilizar los activos espaciales al servicio de la seguridad nacional y el desarrollo socioeconómico. Y si bien es cierto que no todos los Estados con capacidad espacial han seguido una opción espacial puramente orientada a la seguridad, una constante variable que interviene a la hora de perseguir un programa espacial, ha sido con frecuencia, la percepción de la posición que ocupa un Estado frente a otros en el sistema internacional (Álvarez et al., 2018).

En este orden de ideas, a medida que los Estados en desarrollo emergieron de las sombras de la hegemonía de las superpotencias de la Guerra Fría, muchos crearon sus propios programas espaciales, con el interés de demostrar la capacidad nacional, fomentar el prestigio internacional y concretar los sentimientos nacionalistas; tal ha sido el caso de algunos Estados latinoamericanos, geográficamente y económicamente diversos como Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador, México, Perú y Venezuela, que tomaron la consciente decisión política de desarrollar, o al menos intentar desarrollar, un programa espacial de largo aliento. Sus razones fueron tan variadas como sus circunstancias, pero cuando el espacio exterior se convirtió en un imperativo geopolítico (Álvarez et al., 2018), estos proyectos estratégicamente orientados exigieron un esfuerzo económico, dada la naturaleza costosa de los programas espaciales; pero la inversión en el espacio exterior crecería rápidamente, a medida que los gobiernos de estos Estados entendieron que los beneficios de la inversión superaban la lógica económica y transcendían al logro de los múltiples intereses de la seguridad multidimensional de dichos Estados.

Los logros espaciales de países como Estados Unidos, Rusia, Francia, China, Japón e India (entre otros), han sido una motivación para que los países latinoamericanos enfoquen sus esfuerzos en construir capacidades alrededor de la tecnología para el acceso y la utilización del espacio. Desde los inicios de la carrera espacial, la opinión regional ha estado atenta a los avances que las grandes potencias espaciales han conseguido, tomando diversas posiciones al respecto; en efecto, en un estudio llevado a cabo por la Universidad de Miami (Smith, 1964), se documentaron las diferentes opiniones que la prensa de los países de Latinoamérica asumía conforme se desarrollaba la era espacial. Aunque indudablemente, la percepción pública fue de admiración y entusiasmo para un campo que hasta el momento parecía inaccesible, resultó interesante evidenciar un rango de actitudes que variaban desde aquellas a favor de los adelantos científicos, hasta otras mucho más ambiguas donde el miedo a la polarización, la carrera armamentista y futuros escenarios de confrontación, surgían como argumento a la necesidad de iniciar programas espaciales en sus propios Estados.

Pudiera decirse que esta última percepción antagonista, ha condicionado de cierta forma la consolidación de un criterio colaborativo entre los programas espaciales en Latinoamérica. Los países de la región han seguido estrechamente el modelo político en el que los temas espaciales son de competencia y acceso exclusivo por parte de agencias estatales y más específicamente, de entidades militares; es decir, el contexto espacial para Latinoamérica ha estado ligado a temas de defensa. Siendo ésta una región con diferentes orientaciones políticas, donde incluso en las últimas décadas se ha manifestado la tensión entre integración y fragmentación, será complejo determinar la tendencia hacia una abierta colaboración entre los programas espaciales o una posición mucho más cautelosa en la que las políticas de seguridad y defensa sean el factor más relevante.

Asimismo, diversos cambios y situaciones geopolíticas forman parte de este dinámico contexto latinoamericano, siendo quizás el más importante el surgimiento de los liderazgos regionales de naturaleza heterogénea donde los proyectos alternativos afines al socialismo han sido compensados con posiciones geopolíticas de países más alineadas con las de los Estados Unidos y Europa. Estas tendencias políticas se ven reflejadas en la influencia que naciones históricamente hegemónicas puedan ejercer en los avances en la carrera espacial en Latinoamérica.

En el caso de los Estados Unidos, los intereses en materia de defensa estuvieron muy ligados a los de Latinoamérica, con acuerdos que establecieron una estrecha cooperación en la década de los 40 dentro del marco de la Segunda Guerra Mundial.

Sin embargo, desde comienzos de la Guerra Fría, estas relaciones se han debilitado (Laurencao, 2017), dando paso en el siglo XXI a actores como Rusia y China, que están ejerciendo una influencia importante en los programas espaciales de los Estados latinoamericanos. Argentina, Bolivia, Ecuador y Venezuela han recibido una importante asistencia técnica y en el campo de gestión de programas espaciales de la Federación Rusa y la República Popular China, mientras que Brasil, Perú y Colombia han utilizado los servicios del Cosmódromo de Baikanur en Kazajistán (el tiempo.com, 2017), bajo el control de Rusia.

En el intrincado contexto político latinoamericano, recientemente se planteó la creación de una agencia espacial suramericana como un proyecto integrador de la Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR), creada en 2008 como una unión intergubernamental orientada a lograr una mayor integración de la región suramericana, pues en esencia agrupaba a dos instituciones aduaneras ya establecidas: Mercosur y la Comunidad Andina de Naciones (CAN) (Sarli et al., 2015). Tomando como modelo de colaboración regional a la ESA, muchas discusiones han tenido lugar en torno a establecer una Agencia Espacial Suramericana (SASA, por sus siglas en inglés), que posibilite la integración tecnológica en materia espacial de la región, facilite el acceso común al espacio y disminuya considerablemente los costos de investigación, lanzamiento y operación (Silva et al., 2016).

En noviembre de 2011, los ministros de defensa de Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Surinam, Venezuela y el viceministro de Uruguay, propusieron la creación de la SASA durante una reunión del Consejo de Defensa de UNASUR. La propuesta que inicialmente fue liderada por Argentina y que promulgaba la integración con fines pacíficos, ha encontrado resistencia en algunos de los estados miembros, en esencia, por la percepción de relación directa con la capacidad militar que sugiere el tema, la disparidad en el desarrollo tecnológico y el progreso de los programas espaciales de cada país, y principalmente, por las diferencias políticas que ponen en duda la credibilidad de la propia UNASUR como organismo de integración. Recientemente, seis países miembros decidieron no continuar su participación en UNASUR (cnn.espanol.cnn.com, 2018), con lo cual es cada vez más lejana la creación de la agencia espacial regional.

Con un panorama incierto en materia de colaboración hacia actividades espaciales, la arena latinoamericana queda condicionada enormemente al entorno político y el manejo que cada país dé a las relaciones exteriores con sus vecinos más próximos. Por otro lado, la dependencia tecnológica seguirá siendo un factor preponderante pues, aunque

sean tecnológicamente importantes los avances espaciales de los países latinoamericanos, puedan verse como modestos frente a los de naciones desarrolladas. Prueba de ello es que no se cuenta aún con la capacidad de poner un objeto en órbita. En ese orden de ideas, es posible vislumbrar que cada Estado de la región continuará con sus programas espaciales de manera autónoma (aislada), logrando hitos y objetivos acorde con sus intereses nacionales, pero eso sí, con la necesaria cooperación de países fuera de la región con mucha más experiencia e historial de logros en materia espacial.

Referencias

- Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales. (2016). *Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales: visión de soberanía estratégica que llegó al espacio*. Obtenido de <https://bit.ly/2ZulfRx>
- Agencia Boliviana Espacial. (s.f.). *¿Qué es la ABE?* Obtenido de <https://www.abe.bo/nosotros/que-es-la-abe/>
- Agencia Espacial Brasileira (2016). *AEB*. Obtenido de <https://bit.ly/2ZuffZ1>
- Agencia Espacial Mexicana y ProMéxico. (2017). *Plan de Órbita 2.0. Mapa de ruta del sector espacial mexicano*. Obtenido de <https://bit.ly/3000JZj>
- Agencia Venezolana de Noticias. (09 de octubre de 2017). En órbita Antonio José de Sucre, tercer satélite venezolano. En *El Carabobeño*. Obtenido de <https://bit.ly/34cDv19>
- Álvarez, C., Ramírez, Y. y Castaño, G. (2018). Geografía, Estado y gran estrategia: una relación indisoluble. En Álvarez, C. y Fernández, A. (Eds.). *Hacia una gran estrategia en Colombia: construcción de política pública en seguridad y defensa*. Bogotá: Esmic, pp. 81-148.
- Aránguiz, Ó. (12 de julio de 2019). La Fuerza Aérea Chilena presenta su nuevo programa Espacial Nacional. En *infodefensa.com*. Obtenido de <https://bit.ly/2HD5nSp>
- Astronáutica Chile. (s.f.). *Historia espacial chilena*. Obtenido de <https://bit.ly/2NCvNYm>
- Câmara dos Deputados. (2010). *A política Espacial Brasileira Parte I*. Obtenido de <https://bit.ly/2zCnd3s>
- Chuvieco, E. (1999). Measuring changes in landscape pattern from satellite images: short-term effects of fire on spatial diversity. *International Journal of Remote Sensing*, 20(12), 2331-2346.
- cnn.espanol.cnn.com (21 de abril de 2018). *¿El principio del fin de Unasur? 6 países suspenden su participación*. Obtenido de <https://cnn.it/2PdmcJz>
- Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial -CONIDA- (2009). *La Política Espacial del Perú*. Obtenido de <https://bit.ly/2ZFw3Mo>

- Dickerson, K. (2015). *China's space program is growing extremely fast*. Obtenido de <https://bit.ly/34dvTV>
- Díaz, C. (19 de marzo de 2019). El nuevo programa espacial nacional estará a cargo de la Fuerza Aérea y la Universidad de Chile. En *emol.com*. Obtenido de <https://bit.ly/30NJ6sG>
- eltiempo.com (21 de diciembre de 2013). *Bolivia obtuvo exitoso lanzamiento el satélite Tupac Katari*. Obtenido de <https://bit.ly/2HPAZob>
- eltiempo.com (05 de mayo de 2017). *Se cumplen 10 años del lanzamiento del satélite Libertad 1*. Obtenido de <https://bit.ly/2MPBGBF>
- Fontes, M. y Roma, R. (2017). Technological Autonomy in the Space Sector and National Sovereignty: An Inside Look at Brazil's Aerospace Strategies. En Fontes, M. (Ed). *Culture and Defense in Brazil*. Londres: Taylor and Francis Group, pp. 50-64.
- Fuerza Aérea de Chile (s.f.). *Antecedentes generales de las tecnologías espaciales*. Obtenido de <http://www.ssot.cl/antecedentes.php>
- Giraldo, J. (09 de diciembre de 2016). Colombia, muy lejos de la órbita espacial. *Elpais.com.co* Obtenido de <https://bit.ly/2zz9x9x>
- Gobierno argentino. (s.f.). *Plan Espacial Nacional*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/plan-espacial>.
- Harding, R. (2013). *Space Policy in Developing Countries: The Search for Security and Development on the Final Frontier*. Abingdon: Routledge.
- Karp, A. (1985). Ballistic Missiles in the Third World. *International Security*, 9(3), 166-195.
- konbini.com. (2016). *México y su historia rumbo a la exploración espacial*. Obtenido de <https://bit.ly/2vwSTVF>
- Krishnan, A. (2017). *Delayed SGDC launch, Brazil's unstable space program and lessons it can learn de India*. Obtenido de <https://bit.ly/2HASx7c>
- Laurencio, H. (2017). Recent agreements between Brazil and The United States on defence and security. En Fontes, M. (Ed.). *Culture and Defence in Brazil: An Inside Look at Brazil's Aerospace Strategies* Londres: Taylor & Francis Group pp. 15-28).
- Lucero, D. (2017). *La exploración espacial en México, una historia accidentada a tiempo de ser transformada: Camacho Lara*. Obtenido de <https://bit.ly/30Q1SQi>
- Montenegro, J. (08 de julio de 2019). La austeridad se tropieza con barreras burocráticas. En *expreso.ec*. Obtenido de <https://bit.ly/2XT5jr8>
- Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología (s.f.). *Instituto Espacial Ecuatoriano*. Obtenido de <https://bit.ly/2UnqnBY>
- OpenBeauchef. (s.f.). *Programa Espacial de la Universidad de Chile: primer satélite desarrollado en Chile será lanzado en India*. Obtenido de <https://bit.ly/2L9KbWm>

- Peña, J. y Yumin, T. (2017). The role of Venezuelan space technology in promoting development in Latin America. En *2017 8th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST)*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, pp. 285-290. Obtenido de <https://bit.ly/2ZFs5DU>
- Pereira, G. (2008). *Política Espacial Brasileira e a Trajetória do INPE (1961-2007)*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Piccolo, F. y Zangani, D. (2007). *Exploitation of Lunar resources: ISRU and oxygen production*. Obtenido de <https://bit.ly/2UmyZZA>
- Rainey, K. (2015). Overview of ISS Research Benefits to Human Health. *Space Station Research & Technology*. Obtenido de <https://go.nasa.gov/2teJrEn>
- Rivera, J. (2017). La exploración espacial: una oportunidad para incrementar el poder nacional del estado mexicano. *Revista del Centro de Estudios Superiores Navales*, 38(4), 33-62.
- Román, A. y Vargas, N. (2015). Aerspace technology in Peru. En *66th International Astronautical Congress-IAC 2015*. Jerusalén: IAF. Obtenido de <https://bit.ly/2NIRI06>
- Sarli, B., Cabero, M., López, A., Cardoso, J., Jiménez, D., Román, A., et al. (2015). South American Space Era. En *66th International Astronautical Congress-IAC 2015*. Jerusalén: IAF. Obtenido de <https://bit.ly/30ImRUZ>
- Sarli, B., Cabero, M., López, A., Cardoso, J., Dnapoli, B., Román, A. et al. (2018). Review of Space Activities in South America. *Journal of Aeronautical History* (08), 208-232.
- Sellers, J. (2005) *Understanding Space: An introduction to astronautics*. 3a ed. New York: McGraw Hill.
- Silva, J., Aguilar, A., Sorice, A., Ojeda, Ó., Sarli, B., Ulloa, A., Pardo, M., et al. (2016). Study on the development of a South American Space Agency. En *67th International Astronautical Congress (IAC)*. Guadalajara: IAF, pp. 26-30
- Smith, P. (1964). The Latin American Press and the Space Race. *Journal of Inter-American Studies*, 6(4), 549-572.
- Steinberg, T., Wilson, D. y Benz, F. (1992). The Burning of Metals and Alloys in Microgravity. *Combustion and Flame*, 88(3), 309-320.
- Télam Agencia de Noticias. (4 de mayo de 2017). Cómo es el nuevo Plan Espacial Nacional 2016/2027. Obtenido de <https://bit.ly/2HAQRuq>
- Thayer, C. (2015). No, China Is Not Reclaiming Land in the South China Sea. *The Diplomat*. Obtenido de <https://bit.ly/2VZUTkj>
- Van Donkelaar, A., Randall, M., Brauer, M. y Boys, B. (2015). Use of Satellite Observations for Long-Term Exposure Assessment of Global Concentrations of Fine Particulate Matter. *Environmental Health Perspectives*, 123(2), 135-143.

- Vera, N. y Guglielminotti, C. (2014). El Desarrollo de la tecnología espacial en Argentina y sus posibles aportes a la región. *Sistema de revistas y Publicaciones Universidad ORT* (180-8). Obtenido de <https://bit.ly/2NGg9en>
- Von Braun, W. y Ordway III, F. (1966). *History of Rocketry and Space Travel*. New York: Thomas Y. Crowell Publishing.
- Zambrana, I. (21 de diciembre de 2018). Cinco años del lanzamiento del satélite Tupac Katari. En *Bolivisión*. Obtenido de <https://bit.ly/32biUsa>

