

# La investigación espacial latinoamericana

## *Cooperación y desarrollo*

Por Joanna Gocłowska-Bolek<sup>1</sup> y Daniel Blinder<sup>2</sup>

Recibido: Julio de 2018. Aceptado: Septiembre de 2018

### Resumen

Las investigaciones espaciales en relación a las soluciones aplicadas son la fuente de la difusión de los conocimientos e innovaciones a otros ramos de la ciencia e industria, aunque al mismo tiempo requieren grandes recursos financieros que muchas veces superan las capacidades de los países latinoamericanos, cuyos presupuestos nacionales en ciencia y tecnología son muchos menores en comparación con los de las economías avanzadas. Actualmente, los estados nacionales se ven necesitados del uso de tecnologías cada vez más complejas y más costosas en materia espacial dadas las necesidades de políticas públicas de diversa índole. Con un mercado tecnológico tan sofisticado y en el que la fabricación de satélites y lanzadores es monopolio de unos pocos países, y que la adquisición y gestión de esos recursos constituye un desafío, por un lado es inevitable la competencia a escala global y por otro, fortalecer la cooperación en cuanto a las investigaciones con los socios extranjeros. En el artículo se presenta un estado del arte sobre el desarrollo espacial latinoamericano, hallándose principalmente que los dos países más desarrollados en el tema son Argentina y Brasil, y que los distintos países de la región tienen distinto grado de desarrollo. Se concluye que las investigaciones espaciales latinoamericanas constituyen un mecanismo eficaz de la construcción de los vínculos científicos entre los países de la región, como también la colaboración internacional, y de desenvolvimiento económico.

**Palabras clave:** América Latina, Brasil, Argentina, investigaciones espaciales, innovación, cooperación científica

---

<sup>1</sup> Profesora investigadora en el Centro de Análisis Político OAP, Universidad de Varsovia, Polonia. Economista y latinoamericanista especializada en temas de: desarrollo económico de los países latinoamericanos, integración económica en América Latina, relaciones económicas y políticas entre América Latina y la Unión Europea. Representante Oficial del Presidente de la Conferencia de los Rectores de las Escuelas Académicas de Polonia (CRASP) para América Latina. Ex-Directora del Centro de Estudios Latinoamericanos (CESLA) de la Universidad de Varsovia. [j.goclowska-bolek@uw.edu.pl](mailto:j.goclowska-bolek@uw.edu.pl)

<sup>2</sup> Profesor e Investigador del Centro de Estudios de Historia de la Ciencia y la Técnica José Babini, Universidad Nacional de San Martín. Politólogo, especialista en Relaciones Internacionales, Geopolítica, Defensa y política Tecnológica. [dblinder@unsam.edu.ar](mailto:dblinder@unsam.edu.ar)

## **Abstract**

### **(The Latin American Space Research. Cooperation and development)**

Space research, due to the requirements to apply solutions of the highest possible degree of scientific excellence, is a source of diffusion of knowledge and innovation into other fields of science and industry, but at the same time requires enormous financial resources, often exceeding the capabilities of Latin American countries, whose national budgets on science and technology are much smaller while compared to those of advanced economies. Currently, the national states are in need of the use of increasingly complex and more expensive technologies in space industry given the needs of public policies of various kinds. With such a sophisticated technological market and where the manufacture of satellites and launchers is a monopoly of a few countries, the acquisition and management of those resources pose a big challenge, on the one hand in terms of competition on a global scale which is inevitable and on the other, of strengthening cooperation on investigations with foreign partners. The article presents a state of the art on Latin American space development, finding that the two most developed countries in the field are Argentina and Brazil, while more countries of the region have different degrees of development. It is concluded that Latin American space research is an effective mechanism for the construction of scientific links among the countries of the region, as well as of international collaboration and economic development.

**Keywords:** Latin America, Brazil, Argentina, space research, innovation, scientific cooperation

## **Introducción**

Este artículo presenta un estado del arte sobre el desarrollo de investigación espacial en Latinoamérica. El interés de los países de América Latina por las investigaciones espaciales se desarrolla con éxito desde hace varias décadas teniendo sus raíces en los primeros programas del desarrollo de la industria de defensa de Brasil y Argentina con arreglo a la estrategia de la sustitución de la importación y luego la estrategia de pro-exportación en los tiempos de los gobiernos nacionalistas de mediados del Siglo XX (Harding, 2013; Blinder, 2016). El desarrollo endógeno de las tecnologías espaciales fue tratado en estos países durante muchos años prioritariamente y sirvió como fuente de difusión de tecnologías a otros sectores de la industria, como también constituía un ejemplo para otros países de la región (Perú, Venezuela) que deseaban desarrollar los programas de la conquista del espacio, mediante la elaboración de sus propias tecnologías en un alcance seleccionado o la participación en unos programas más amplios de la colaboración en el continente latinoamericano (Goćłowska-Bolek, 2015, 2013). Las agencias espaciales latinoamericanas, presentes en muchos países ya en los años 60 y 70, realizaban unas investigaciones espaciales relativamente avanzadas y costosas, tratando el desarrollo en este campo no solamente como la realización de las prioridades del

desarrollo económico, como también como el intento de oponerse a la dominación tradicional de Washington (Mendelson Forman, Sabathier, Faith & Bander, 2009).

En términos generales, a pesar de destinar grandes recursos financieros a las investigaciones endógenas en materia de las tecnologías espaciales, hasta finales del siglo pasado tenían éxito sólo aquellos proyectos que fueron realizados en colaboración con la Unión Soviética (Cuba) o los Estados Unidos. Sin embargo, en los casos de Argentina y Brasil nos encontramos con tramas más complejas, en los cuales existieron desarrollos propios, como el Proyecto Cóndor en Argentina, un misil balístico de mediano alcance que tenía el potencial de ser desarrollado como lanzador, realizado en secreto con empresas alemanas, francesas e italianas y con capitales del Medio Oriente (Blinder, 2015), o en el caso brasilero, el Vehículo Lanzador de Satélites (Harding, 2013). Actualmente y en el futuro más próximo, los países de América Latina todavía se verán obligados a depender en gran medida de la ayuda externa en lo que se refiere a la puesta en marcha de satélites, los peritajes, unas tecnologías más avanzadas, etc. Los países que llevan a cabo programas espaciales avanzados y costosos son: los EE.UU., Rusia, China y la Unión Europea (especialmente Francia y en menor medida Italia) muestran un interés creciente por la colaboración con América Latina, como también el reconocimiento a sus especialistas, la calidad de la investigación espacial latinoamericana y su tecnología (UNESCO, 2015).

### Latinoamérica espacial en perspectiva

América Latina desde hace mucho tiempo da mucha importancia al sector espacial. El primer astronauta latinoamericano fue el cubano Arnaldo Tamayo Mendez quien participó en la misión *Sojuz 38* llevada a cabo por la Unión Soviética en 1980. El mexicano Rodolfo Neri Vela participó en la misión STS-61-B en 1985 y el costarricense Franklin Chang-Díaz, físico y astronauta, relacionado con el MIT en los Estados Unidos, desde 1986 ha participado en siete misiones espaciales organizadas por la NASA. Franklin Chang-Díaz es también un profesor de física en Rice University y University of Houston y el director de Advanced Space Propulsion Laboratory en Johnson Space Center (entre otras cosas, desde el mismo principio, o sea, desde 1979 dirige los trabajos referentes al motor para propulsión VASIMR y lleva a cabo unas investigaciones avanzadas en materia de la tecnología termonuclear y la propulsión a base de plasma), o Miguel de San Martín, ingeniero argentino también de la agencia estadounidense. La primera mujer de origen latinoamericano que participó en el viaje al espacio (en 1993) fue Ellen Ochoa, la ingeniera americana y astronauta y actualmente la directora de Johnson Space Center en los Estados Unidos y la miembro del Consejo Nacional de Ciencia (ing. *National Science Board*) (NASA, 2015). El primer astronauta brasileño fue Marcos Pontes (en 2006 hizo una expedición a la Estación Espacial Internacional *Sojuz TMA 8* con arreglo a la misión *Expedition-13*), mientras que el primer astronauta peruano fue Carlos Noriega que en 1997 participó en la misión STS-84. El primer astronauta de Puerto Rico, Joseph Acaba, estaba en el espacio en 2009 con arreglo a la misión STS-119<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> El listado completo de los astronautas latinoamericanos, incluidos los investigadores reconocidos que

La pincelada de relaciones entre latinoamericanos y la investigación espacial habla de las capacidades y los vínculos con la política de los países avanzados, de una política de absorción de cuatros técnicos por parte de agencias cuya misión es lograr altos estándares de calidad científica. No obstante ello, también han existido iniciativas concretas de gobiernos con el objetivo de tener una política autónoma del sector. Desde los distintos países de América Latina han ido surgiendo las agencias espaciales con el objetivo de tener políticas públicas de observación de la Tierra o telecomunicaciones.

El primer acontecimiento que confirmó las aspiraciones espaciales de parte importante de la región sucedió durante la reunión de los ministros de defensa -en el marco del Consejo Sudamericano de Defensa (CDS) de la Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR), en Lima en noviembre de 2011. Los líderes de los países suramericanos consideraron entonces como una prioridad común la creación de la Agencia Espacial Suramericana. Quien era en ese momento ministro argentino de defensa, Arturo Puricelli, declaró que la cooperación con arreglo a la UNASUR considerablemente disminuiría los costes en todos los países participantes y posibilitaría el intercambio de la información y la realización de los proyectos internacionales, tales como la puesta del satélite en órbita. En presencia del ministro brasileño de defensa, Celso Amorim, y con el apoyo del argentino se constató que “la idea de la agencia espacial suramericana no sería la imitación de la europea, sino nuestra idea de la defensa, [donde] tenemos mucho más para defender y controlar del espacio (Mercopress, 2011).

Después de la experiencia de la quiebra de la industria brasileña de defensa en los años 90, Brasil y Argentina por políticas neoliberales de apertura económica y desregulación de mercados, estos países empezaron a esforzarse conjuntamente para sumar el potencial suramericano, concentrándose en la primera década del nuevo siglo en la colaboración con arreglo al Mercosur (Sánchez, 2008), pero a partir de 2011 se encaminó hacia el fortalecimiento de la cooperación en las estructuras de la UNASUR. Tras los cambios de gobiernos en la región, especialmente de Macri en Argentina y Temer en Brasil, todas las iniciativas del UNASUR quedaron suspendidas.

### **Las agencias espaciales**

Las agencias de las investigaciones espaciales llevan a cabo con éxito su actividad en muchos países de América Latina. Algunas de ellas fueron fundadas ya en los años 60 y 70 del siglo pasado, una parte de ellas fue transformada o ha iniciado su actividad en los últimos años. Las agencias latinoamericanas son varias. Algunos países no las tienen, pero poseen programas espaciales de menor envergadura, universitarios, o dentro de otra institución estatal, con proyectos de observatorios astronómicos, satélites, y otros (UNESCO, 2015).

En Argentina, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), fundada en 1991. Se creó a partir de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales

---

trabajan en los centros espaciales latinoamericanos o norteamericanos, es por supuesto mucho más largo.

(CNIE), fundada en 1960. En Brasil, la Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), fundada en 1963; el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE), fundado en 1971, y la Agencia Espacial Brasileira (AEB), fundada en 1994. En Perú, la Agencia Espacial del Perú (AEP), fundada en 1974; En Uruguay, el Centro de Investigación y Difusión Aeronáutico-Espacial (CIDA-E), fundado en 1975; En Colombia, la Comisión Colombiana del Espacio (CCE), fundada en 2006; En Venezuela, la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE), fundada en 2008; En Costa Rica, la Asociación Centroamericana de Aeronáutica y el Espacio (ACAE), fundada en 2010; En México, Agencia Espacial Mexicana (AEM), fundada en 2010; En Bolivia, la Agencia Boliviana Espacial (ABE), fundada en 2012; y en Paraguay, la Agencia Espacial de Paraguay (AEP), fundada en 2014.

El valor del mercado espacial global se estima en 330 mil millones de dólares. Muchos países desarrollados destinan unos recursos considerables para el desarrollo del sector espacial considerándolo un sector estratégico. Los líderes mundiales de las investigaciones espaciales, los EE.UU. y Rusia, destinan para este objetivo aproximadamente el 0,25% de sus respectivos PIB (UNESCO, 2015). Las agencias latinoamericanas invierten totalmente más de 500 millones de dólares anualmente en los programas espaciales (a base de los datos oficiales de las páginas web de las agencias). Aunque este importe no impresiona comparando con el presupuesto anual de la NASA, que es la agencia más grande y que gasta aproximadamente 19 mil millones de dólares (NASA, 2017), el presupuesto latinoamericano permite la realización de los programas propios de investigación.

En los años 80 y 90 Brasil invirtió casi mil millones de dólares en el desarrollo de la infraestructura de investigación del Instituto Nacional de Investigación Espacial (INPE), lo que permitió hacer funcionar el primer satélite científico, construido íntegramente en Brasil en 1993 (SCD-1). El satélite científico argentino (SAC-B) empezó a funcionar poco después, en 1996, con la misión de realizar las investigaciones en materia de física solar y astrofísica. Ambos países ya han alcanzado la masa crítica en materia de la infraestructura científica y las habilidades requeridas para dominar a la escala global de algunas tecnologías espaciales. Ambos están también determinados para dominar la cadena completa de la producción de las tecnologías espaciales, desde las ciencias de los materiales, a través del diseño técnico, la teledetección, la construcción de los radares con la apertura sintética, hasta la telecomunicación y la tecnología de transmisión y procesamiento de la imagen (Sánchez, 2012; Arias, 2015).

Entre Argentina y Brasil en el campo de la investigación espacial se ve una fuerte competencia referente a las investigaciones, aunque también hay muchas iniciativas llevadas a cabo conjuntamente en otras áreas de desarrollo tecnológico. Por ejemplo, desde 2011 la CNEA de Argentina y la CNEN de Brasil trabajan juntas en la construcción de dos reactores de potencia de 30 MW destinados para la investigación (Sánchez, 2012; UNESCO, 2015). Ambos reactores van a servir para la producción de los radioisótopos, la realización de las pruebas de la radiación de combustibles y materiales y las investigaciones de los haces de neutrones, y se construirán mediante la mejora del reactor OPAL diseñado por INVAP para *Nuclear Science and Technology Organization* (ANSTO) de Australia en abril de 2007 (Sánchez, 2012; Arias, 2015; INVAP 2011).

Por su parte, ARSAT-1 es el primer satélite de telecomunicaciones construido totalmente en América Latina, fue puesto en la órbita geoestacionaria en octubre de 2014. INVAP, el instituto estatal argentino de investigación, destinó para su construcción en total 250 millones de dólares. Gracias a este logro Argentina se ha convertido en uno de los diez países del mundo que poseen tecnologías espaciales tan avanzadas (Arias, 2015; INVAP, 2011). Esto es una de las tres constelaciones de los satélites geosíncronicos que servirán no solamente para Argentina, sino también para otros países en la región (Massare 2015; UNESCO, 2015). ARSAT-2 fue lanzado a la órbita en septiembre de 2015 de la Guyana Francesa, mientras que ARSAT-3 era planeado para 2017, pero tras asumir Macri como presidente a finales de 2015, este proyecto quedó paralizado (Hurtado *et al.*, 2017; INVAP).

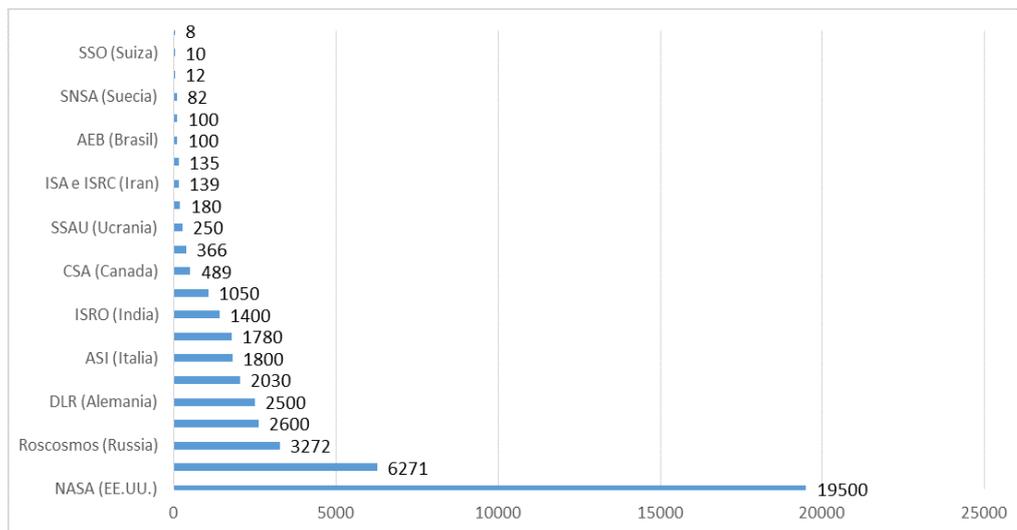


Gráfico 1. Presupuesto de agencias de países y regiones seleccionados del mundo (millones de dólares, 2017 o los últimos datos disponibles)

Fuente: Elaboración propia basada en datos oficiales de los sitios web de las agencias.

## Brasil, desarrollo y cooperación

Las grandes expectativas referentes al desarrollo de las investigaciones espaciales están relacionadas con las nuevas iniciativas del centro brasileño Alcântara (Messier, 2011), aunque tras los sucesos políticos acontecidos en Brasil, referentes a las políticas de ajuste del presidente Temer, han paralizado todos estos. El problema más grande que enfrenta Alcântara sigue siendo la falta de los cohetes que podrían lanzarse a la órbita. Como Brasil en este momento no es capaz de fabricar tales cohetes por su propia cuenta en atención a las deficiencias de la financiación y la tecnología, decidió intensificar la colaboración con Ucrania y Rusia realizando los programas internacionales de la construcción de seis cohetes. Con arreglo al programa se llevan a cabo los trabajos referentes a la construcción tanto de los satélites pequeños para poner en la órbita terrestre baja (ing. *low Earth orbit*, LEO), como también de los satélites geosíncronicos pesados de comunicación.

La empresa conjunta de Brasil y Ucrania constituida en 2003 en forma de un programa conjunto a largo plazo de las investigaciones, financiado en partes iguales por ambos socios, tiene como objetivo el lanzamiento de un nuevo cohete basado en el sistema Cyclone-4 de un lanzacohetes en Alcântara (Gibb, 2004). Esto va a ser una versión modernizada del cohete Cyclone-3, construido en Ucrania todavía en los tiempos soviéticos. Va a tener la posibilidad de lanzar la carga de 5500 kg en el caso de la órbita terrestre baja (LEO) y de 1700 kg en el caso de la órbita de transferencia geoestacionaria (ing. *geosynchronous transfer orbit*, GTO). El programa fue formalmente puesto en marcha en 2010 e iba a durar hasta 2014, sin embargo, a causa de los problemas financieros, crecientes a consecuencia de la crisis económica mundial, la puesta en marcha de los satélites todavía no ha ocurrido. Una parte mayor de 488 millones de dólares hasta ahora ha sido invertida por Brasil. Además, Brasil tuvo que superar el problema de la propiedad de tierra y su deforestación para construir un centro adecuado de salida para poner en marcha del satélite, lo que retrasó significativamente las preparaciones (KyivPost, 2011).

A su vez, la colaboración entre Brasil y Rusia se está desarrollando con arreglo a la iniciativa llamada la *Southern Corss* desde 2005. Por parte de Brasil en el programa participa la Agencia Espacial Brasileña y la Administración General de Tecnología Espacial (port. *Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial*, CTA) que es un centro militar superior de investigación para los vuelos espaciales y la aviación, constituyendo una parte de las Fuerzas Brasileñas de Aviación. *Southern Cross* es un programa mucho más ambicioso que Cyclone-4 y su objetivo es la creación de la familia de los cohetes capaces de poner en órbita las cargas desde 400 kilogramos hasta cuatro toneladas. Los cohetes de la familia *Southern Cross* tienen los siguientes nombres:

- Alpha (ligero) – la versión mejorada del satélite brasileño VLS-1
- Beta (ligero)
- Gamma (ligero) – la carga que supera 1 tonelada en la órbita geoestacionaria (GEO)
- Delta (medio) – la carga 1,7 toneladas en GEO
- Epsilon (pesado) – la carga más de 4 toneladas en GEO.

Con arreglo al programa, los rusos apoyan la Agencia Espacial Brasileña (AEB) en lo que se refiere a la mejora de la fiabilidad de los motores que aprovechan los combustibles sólidos. Mientras que dos tipos más avanzados VLS-1 (Beta y Gamma) van a estar equipados de los motores que aprovechan los combustibles líquidos. El punto de partida para la construcción de unos tipos más pesados de los cohetes va a ser el satélite ruso Angara, equipado del motor del tipo RD-191 o el satélite Molniya (Sánchez 2012, Arias 2015)

La ventaja indudable de los cohetes construidos con arreglo al programa *Southern Cross* es el uso relativamente pequeño de los combustibles tóxicos. El cohete ucraniano Cyclone-4 se basa en los combustibles tóxicos (para la producción de los cuales se usan las sustancias perjudiciales para la salud: 1,1-dimetilhidrazina y **tetraóxido de dinitrógeno**), que es además una de las razones por las que los

cohetes de este tipo ya no se usan en el Cosmódromo Baikonur<sup>4</sup>.

No obstante, igualmente como en el caso de la iniciativa Cyclone-4, también el proyecto Southern Cross tuvo unos retrasos serios causados por la falta de los medios financieros y las dificultades de los rusos referentes a la terminación de su propio proyecto Angara que iba a ser la base para los trabajos comunes futuros. La fecha de la terminación del programa fue aplazada por un período dos años, para el año 2022 (KyivPost, 2011).

Para mejorar la calidad de las investigaciones y la diversificación de las soluciones, Brasil está buscando también otros socios para sus proyectos espaciales. Vale la pena destacar una iniciativa interesante y prometedora realizada con el socio polaco, el Centro Polaco y Brasileño de la Excelencia de Altas Tecnologías de Aviación y Espacio que desde 2015 coordina la colaboración científica entre el Instituto de Aviación en Varsovia, con la Universidad de Brasilia y otros institutos polacos y brasileños de investigación y la industria (ILOT, 2015). Entre las tareas realizadas por el Centro está, entre otras, la realización conjunta de las investigaciones en materia de las tecnologías modernas de los materiales y el espacio, como también la organización de los talleres polacos y brasileños sobre el tema de los cohetes y el espacio (Agencia Polaca de Prensa, 2015).

El rasgo característico de las investigaciones espaciales latinoamericanas y del uso de las innovaciones de las tecnologías espaciales para las necesidades del medio ambiente sostenible, como también la razón indudable para el orgullo de las autoridades estatales, es el mega-proyecto brasileño SIVAM (*Sistema de Vigilância da Amazônia*). El SIVAM fue desarrollado originalmente desde los principios de 1990 como un sistema de la vigilancia de los cambios del medio ambiente de la Amazonas y la determinación de su potencial para los cambios, incluida la deforestación, los incendios, la contaminación del aire y agua. La iniciativa del SIVAM constituye un sistema de la vigilancia de más de dos millones de millas cuadradas de los bosques lluviosos de aquella zona geográfica, y se considera el programa más grande de la vigilancia y protección del medio ambiente en el mundo. Este sistema fue puesto en marcha en 2002 y la plena operatividad la obtuvo dos años más tarde. Con el proyecto SIVAM se han producido controversias serias debido a que es utilizado en un acuerdo con los Estados Unidos, y es considerado por algunos detractores como un permiso para vigilar el territorio de Brasil por una potencia extranjera – con el objetivo de la limitación de la producción y el tráfico de drogas, como también la limitación de la tala ilegal y la quema de los bosques lluviosos (Arias, 2015; UNESCO, 2015)

En 1997 fue firmado un acuerdo con los socios extranjeros: la agencia militar Raytheon Company de los Estados Unidos y la empresa canadiense de aviación MacDonald Dettwiler (MDA), que junto con las empresas brasileñas ASTECH y Embraer, empezaron la construcción de la infraestructura y el programa de las pruebas de detección. A base del acuerdo nació el Sistema de Protección de Amazonia SIPAM (*Sistema de Proteção da Amazônia*, en inglés *Amazonian Protection System*)

---

<sup>4</sup> Fundado en 1955 el Cosmódromo Baikonur ubicado en el territorio de Kazajistán es la mayor y más antigua instalación de este tipo en el mundo.

que tiene forma de una red de los radares estacionarios y móviles de superficie y la vigilancia aérea aprovechando los Embraer ERJ 145 y los satélites espaciales unidos en forma de una plataforma denominada R-99 (Arias, 2015). Esta iniciativa es criticada en atención a lo inconveniente de la elección de los socios externos, la corrupción y los recursos financieros excesivos utilizados por el gobierno para construir el sistema que actualmente no puede aprovecharse en su totalidad para supervisar la deforestación, los incendios de bosques, la contaminación del medio ambiente, el movimiento de animales, y otros, a causa de la carencia de un número suficiente de los especialistas capaces de analizar e interpretar de las enormes cantidades acumuladas de los datos. Sin embargo, el proyecto SIVAM es considerado como uno de los elementos más importantes de la infraestructura medioambiental no solamente en Brasil, sino también a la escala global (Arias, 2015; UNESCO, 2015).

Brasil trata el programa del desarrollo de las tecnologías espaciales muy seriamente y sin duda es una de las áreas principales de la creación de las innovaciones no solamente para Brasil, sino también para toda la América Latina. Brasil lleva a cabo los trabajos sistemáticos de investigación e invirtiendo recursos financieros enormes desde los años 60 del siglo pasado, tiende al desarrollo de un programa espacial autónomo que no dependa de las potencias fuera de región y que tiene aspiraciones para lograr este objetivo a través de su propio centro espacial Alcântara Launch Center (*Centro de Lançamento de Alcântara*, CLA), en Maranhão. Allí se han producido algunos accidentes, que han dejado al centro espacial brasileño y a dos satélites dañados en la explosión producida en el año 2003, en la que murieron 21 personas, principalmente los ingenieros y técnicos civiles altamente calificados. La investigación demostró que el accidente había sido causado por un financiamiento insuficiente y unos errores serios en la gestión del programa, lo que – en combinación con una experiencia insuficiente y la falta de los procedimientos – causó el accidente, destruyendo al mismo tiempo las preparaciones de muchos años y conllevando enormes pérdidas materiales.

Para reconstruir la infraestructura en el centro espacial Alcântara se necesitaba aproximadamente 300 millones de dólares. La explosión puso en duda no solamente la continuación del desarrollo de las tecnologías espaciales en Brasil, sino también provocó un debate sobre lo justificado de la continuación del costoso programa espacial brasileño. No obstante, ya en octubre de 2004, 14 meses después de la explosión en Alcântara, Brasil envió con éxito al espacio su primer cohete VSB-3, mientras que en diciembre de 2007 en cooperación con Argentina, que también realiza su propio programa espacial avanzado, lanzó con éxito otro cohete VS30 de la base espacial brasileña Barreira a Inferno en el estado Rio Grande do Norte (Sánchez 2008, 2012).

En noviembre de 2007, un mes antes de la puesta en marcha de VS30 que era un momento histórico no solamente para las investigaciones espaciales latinoamericanas, sino también para la colaboración argentina y brasileña que evolucionaba con una dinámica variada desde 1998, ambos países firmaron un acuerdo con el objetivo de desarrollar conjuntamente un satélite que suministrara las informaciones sobre las “propiedades ópticas” de los océanos a la escala global usadas en la oceanografía y climatología.

Un proyecto científico de investigación importante es la misión compartida de Argentina y Brasil SABIA-MAR (el Satélite Argentino-Brasileño de Informaciones sobre Recursos Hídricos, Agricultura y Medio Ambiente) cuyo objetivo es el examen de los ecosistemas oceánicos, el mapeo de los biotopos marinos, las costas y los peligros costeros, las aguas interiores y la pesca (SIPAM). Argentina está también en una colaboración científica estrecha con la agencia espacial italiana, entre otras cosas, en los trabajos referentes a un satélite común Cosmo-Skymed. El primer satélite común argentino e italiano fue puesto en la órbita terrestre ya en 2007, aprovechando la base californiana Vanderberg Air Force. Esto es una parte del sistema ítalo-argentino de satélites para la gestión de emergencias – el sistema de vigilancia satelital SOACOM 1A (el Satélite Argentino de Observación Con Microondas; los trabajos comenzaron en 2015) y SOACOM 1B (los trabajos comenzaron en 2016), diseñado para prevenir, evaluar y reducir los efectos de los desastres ambientales de diversos tipos (AEB, 2016).

### **Argentina, Investigación y cooperación**

Las investigaciones espaciales realizadas en América Latina han introducido una nueva generación de los satélites científicos. Los satélites SAOCOM 1 y SAOCOM 2 utilizarán los datos de la teledetección que son recogidos por los radares con la apertura sintética, diseñados y construidos en Argentina. También el proyecto SARA (ing. *Argentine Air Robotic System*) está en la fase de los trabajos avanzados cuyo objetivo es la extensión de la observación remota activa de la Tierra mediante el uso de las microondas y los radares ópticos (INVAP SARA). En 2014 terminó con éxito el programa de la construcción del prototipo de radar primario 3D de largo alcance (ing. *Long Range 3D Primary Radar Prototype, RP3DLAP*) y fue puesto en marcha el programa de la construcción del radar secundario de vigilancia 3D (ing. *Argentine Monopulse Secondary Surveillance Radar, RSMA*), para las necesidades de las fuerzas armadas argentinas y la aviación civil (INVAP SARA). Argentina realiza también las investigaciones avanzadas en materia de las nuevas tecnologías de los combustibles líquidos para cohetes (*Inyector Satelital de Cargas Útiles Ligeras*, ing. *Light Payloads Satellite Launcher*) utilizadas en TRONADOR I y II, dentro de poco también TRONADOR III (INVAP Aerospace).

La Argentina es el país que junto con Brasil es el más institucionalizado y desarrollado de América Latina en materia espacial. Con larga trayectoria no sólo en investigación y desarrollo, sino en el cooperación formal e informal, este país ha avanzado hasta conseguir varios y significativos logros como son sus satélites, pero también a avanzado con sus lanzadores. La diferencia es quizás que tiene sus instituciones civiles del sector mucho más sólidas comparado con sus pares brasileños. Argentina ha tenido un desarrollo incremental de tecnología espacial desde la década de 1960, habiendo desarrollado una serie de cohetes experimentales, cada uno de ellos de mayor envergadura, entre ellos distintos cohetes sondas de investigación meteorológica y atmosférica, los lanzadores Alfa Centauro, Beta Centauro, Gamma Centauro, Orión, Canopus, Rigel, Castor, y Tauro. Con estos desarrollos los argentinos han sido capaces de lanzar un mono y un ratón al espacio, medir sus

signos vitales, y traerlos de nuevo con vida (De León, 2008).

Luego en la década de 1980 se cortó el desarrollo incremental con capacidades propias, pues se recurrió a empresas europeas y financistas de Medio Oriente para desarrollar el misil Cóndor, proyecto que avanzó tras la Guerra de Malvinas, pero que fue paralizado por la severa crisis económica del gobierno democrático de Alfonsín. Además, durante el gobierno siguiente de Menem, el país sufrió presiones internacionales para desactivarlo, independientemente si este continuaba como proyecto de lanzador y no como armamento. El decreto de Creación de la nueva agencia CONAE establecía la disolución de la anterior, y el alejamiento de todo proyecto militar como el Cóndor (Blinder, 2016).

Así mismo, y por otro carril institucional, se produjo a través de una política de telecomunicaciones un salto cualitativo en la política espacial, a través del desarrollo de la empresa ARSAT de los dos primeros satélites geoestacionarios de la República Argentina encargados a la empresa estatal Invap, productos realizados íntegramente en el país, y lanzados desde la Guyana francesa a sus respectivas órbitas. Esta política creada a partir de 2006, colocó a la Argentina como uno de los pocos países capaces de realizar este tipo de satélites (Hurtado *et al.*, 2017).

### Lo que se espera de otros países

Perú tiene un programa espacial mucho menos avanzado, aunque ha tenido algunos éxitos. En diciembre de 2006 la primera sonda espacial peruana PAULET 1 fue lanzada de la base Punta Lobos en Pucusana (al sur de Lima). La misión que duró dos años sirvió para desarrollar los aparatos y el software que pueden medir las condiciones en las capas superiores de la atmósfera, incluida la presión, temperatura y humedad, como también sirvió para diseñar y fabricar el equipo astrofísico. Desde aquel momento, según el anuncio del coronel Wolfgang Dupeyrat, el jefe de la Agencia Espacial del Perú CONIDA, Perú está tratando de elaborar su propio programa espacial (CONAE).

El primer satélite peruano es CHASQUI I – un nanosatélite que pesa 1 kilogramo y que fue puesto en el espacio manualmente durante el paseo espacial de la Estación Espacial Internacional el 18 de agosto de 2014. El satélite está equipado de dos cámaras que envían las fotos de la Tierra visibles en el infrarrojo. Curiosamente, CHASQUI I fue desarrollado individualmente por los estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería en Lima como una parte del proyecto educativo (CHASQUI, 2014). Desde aquel momento la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima, en colaboración con la universidad rusa de Kursk, está diseñando su segundo satélite CHASQUI II, un microsatélite que pesa aprox. 30 kg (los planes originales preveían la puesta del satélite en órbita en 2014, pero por las razones financieras y logísticas los trabajos se prolongan). El satélite va a vigilar el territorio de Perú en cuanto a la deforestación y los peligros de los desastres naturales, como también recoger y entregar los datos para las investigaciones oceánicas.

Perú y Rusia tienen además una historia larga de la colaboración en cuanto a las investigaciones científicas, no sólo en el espacio, sino también en otros proyectos, p.ej. la colaboración militar: Perú es un importador tradicional del equipo militar

ruso, incluidos los helicópteros (Deltronnews, 2014). A su vez, Venezuela en 2008 formalizó con Xichang Space Centre de China (Xinhuanet, 2012) la colaboración en materia de las investigaciones espaciales del satélite Miranda, mientras que Bolivia desde 2011 conjuntamente con China Aerospace Science and Technology Corporation (CASTC) está desarrollando un primer satélite boliviano *Tupak Katari*. El proyecto *Tupak Katari* va a costar 300 millones de USD, de los cuales 45 millones serán financiados por Bolivia; el resto provendrá de los créditos otorgados por los bancos chinos (XINHUANET, 2011).

Los planes avanzados de la colocación de los satélites de telecomunicación propios SatMex (los Satélites Mexicanos) (SatMex) los tenía desde los mediados de los años 90 también México que buscaba la colaboración técnica y financiera para la realización de los proyectos ya iniciados (Sánchez, 2012). El primer satélite mexicano UNAMSAT-1 fue destruido en el momento del lanzamiento en 1996, el segundo satélite UNAMSAT-B funcionaba en órbita durante un año. En 2014 SatMex fue comprado al precio de 831 millones de USD por Eutelmex europeo (ing. *European Telecommunications Satellite Organization*), ubicado en Francia. Desde aquel momento México prepara los proyectos comunes, también colabora en la puesta en la órbita terrestre de los otros satélites Eutelmex (Eutelsat).

Costa Rica, tiene ya su propio satélite orbitando desde mayo de de 2018. El satélite Tico ha sido construido íntegramente en el Instituto Tecnológico del país centroamericano. Es un pequeño satélite de investigación, y fue lanzado desde la Estación Espacial Internacional en cooperación con la Agencia Espacial de Japón (Tecnológico de Costa Rica, 2018). Colombia, en cooperación con la India, buscará lanzar su primer satélite llamado FacSat1, de 4 kilogramos, utilizado para observación de la Tierra y vigilancia, entre otros propósitos, planeado para 2018 y como parte de una constelación de satélites a seguir lanzando en 2019 (Noticias, 2018). Por su parte, el Paraguay proyecta su primer satélite propio en conjunto con los organismos de ciencia y técnica del país, pero aún se encuentra en deliberación las características y las alianzas internacionales para colaborar en la materialización del proyecto (Última Hora, 2017). Por último, Uruguay también tiene su modesto programa espacial, que consiste en desarrollos por parte de un programa conjunto con la Universidad de la República y la Administración Nacional de Telecomunicaciones. El satélite Antel fue un satélite que tuvo por objetivo desarrollar aprendizaje, y la provisión de imágenes y telemetría. Antelsat fue lanzado a su órbita en 2014, estando operativo por casi un año (AntelSat, 2014; El País, 2015).

## Conclusiones

Las investigaciones espaciales latinoamericanas tienen una tradición de varias decenas de años y una marca de grandes méritos en el foro internacional. Hoy en día, uno de los campos con el mayor potencial de la innovación y el grado más alto del avance tecnológico en América Latina son las investigaciones espaciales. El título del líder regional de la innovación en esta materia pertenece a Brasil, pero también Argentina, México, Perú y Venezuela durante años han tenido logros interesantes. A pesar del enorme compromiso financiero e intelectual de los países

y la elaboración de las estrategias a largo plazo del desarrollo de las investigaciones espaciales, las tecnologías espaciales latinoamericanas todavía siguen estando en una etapa temprana comparando con las potencias mundiales de las investigaciones espaciales. Ante la falta de unos recursos financieros suficientes para desarrollar las investigaciones extremadamente costosas, América Latina tendrá que seguir basándose en la colaboración con las grandes potencias fuera de la región – los Estados Unidos, China, Rusia y Francia – en cuanto a los conocimientos, tecnologías, innovaciones y posibilidades del desarrollo. Seguramente todavía se necesitan muchos años y enormes recursos financieros para que los programas espaciales latinoamericanos puedan llegar a la madurez y la excelencia científica necesaria para vigilar individualmente la evaluación de la militarización del espacio, ni hablar sobre la disminución de su dependencia de las potencias espaciales existentes. Sin embargo, tales países como Brasil, Argentina, Venezuela y Perú son los ejemplos de que los programas espaciales endógenos de América Latina están lo suficientemente avanzados para merecer el interés de las potencias de las investigaciones espaciales, incluida la NASA. Mientras que el desarrollo de las tecnologías espaciales nacionales en América Latina puede percibirse como una fuente de la innovación tanto a corto, como a largo plazo, en atención al proceso de la difusión de las tecnologías avanzadas a otras áreas (Gołowska-Bolek, 2017, 480).

El desarrollo de las tecnologías espaciales endógenas en América Latina tiene varios aspectos. Está claro el aumento de la innovación, la elevación de las competencias del capital humano y la transferencia de las tecnologías a otras áreas. Las tecnologías espaciales constituyen una herramienta importante del mejoramiento de las capacidades de telecomunicación en las zonas aisladas, como también apoyan la vigilancia de las condiciones medioambientales, incluida la alerta temprana de los desastres naturales, lo que en el caso de una región especialmente amenazada por tales catástrofes y con unas condiciones medioambientales muy variadas es muy importante. Al mismo tiempo, las tecnologías espaciales pueden utilizarse relativamente fácilmente para los fines militares y paramilitares, no solamente para garantizar la seguridad de los países, sino también para usarse a favor del espionaje y terrorismo, también mediante la entrada ilegal en las redes cerradas de seguridad (Sánchez, 2012). Teniendo en cuenta la **carrera** armamentística que en los últimos años parece estar adquiriendo una nueva dinámica en algunas partes del mundo en las condiciones geopolíticas variables, se necesita una supervisión responsable (y extremadamente costosa) por parte de los países, los gobiernos locales y la comunidad internacional para garantizar que las tecnologías espaciales emergentes en América Latina a través de p.ej. la militarización del espacio no se conviertan en un camino siguiente a la inestabilidad en la región.

Los programas espaciales de América Latina dependen y dependerán fuertemente de la ayuda técnica y la colaboración con los países avanzados económicamente que ya han alcanzado un nivel mucho más alto del avance tecnológico. Ninguna agencia espacial latinoamericana se ha decidido a adherirse a una plataforma internacional del intercambio de la información y la colaboración bajo el nombre International Space Exploration Coordination Group (ISECG) en la que, además

de la NASA, participa hasta 13 agencias de diferentes países (NASA, 2018).<sup>5</sup> La plataforma ISECG surgió en 2007 en respuesta a las necesidades expresadas en el documento de programa: “The Global Exploration Strategy: The Framework for Coordination” y es la iniciativa más amplia de este tipo en el mundo (ESA, 2007). Sin embargo, incluso en sus fases tempranas actuales, los programas espaciales latinoamericanos tienen la capacidad del cambio del panorama de la seguridad de la región, especialmente si están sujetos a una supervisión civil responsable en cada uno de los países que será capaz de evitar su militarización.

Las evaluaciones de los expertos de diferentes partes del mundo referentes a la necesidad de introducir tales programas espaciales en América Latina son variadas. Algunos dicen que, teniendo en cuenta el estado actual del desarrollo económico y social de América Latina, incluido especialmente el problema de la pobreza y las desigualdades económicas, los recursos financieros enormes destinados para los programas espaciales podrán ser mejor aprovechados para el desarrollo del país en las áreas críticas, p.ej. mediante las tecnologías agrícolas avanzadas, los programas sociales dirigidos a la población excluida o la creación de nuevos puestos de trabajo (Sánchez, 2012). Otros especialistas afirman que estos programas son indispensables para lograr la autonomía de América Latina respecto a las potencias mundiales principales, incluidos especialmente los Estados Unidos, lo que puede constituir un elemento muy importante en el mosaico geopolítico de las fuerzas globales. El informe del Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales CSIS de 2010, entre otros, indica la importancia de las investigaciones espaciales para la realización de las aspiraciones geopolíticas de Brasil:

Las investigaciones espaciales civiles siguen siendo la condición indispensable para obtener el estatus de la potencia global. Esta lección fue bien aprendida por Brasil. [...] La necesidad de [un acceso independiente al espacio] es un campo que para Brasil se ha convertido en la prioridad, lo que muestra su importancia en la Estrategia Nacional de Defensa de 2008. Brasil no solamente quiere desarrollar las posibilidades técnicas de la puesta en marcha de los satélites, sino que también intenta construir individualmente los satélites que sirvan para observar la Tierra y aumentar las capacidades de comunicación (Mendelson Forman, Sabathier, Faith & Bander, 2009, 5).

Vale la pena recordar que los programas espaciales latinoamericanos no están dirigidos automáticamente a la militarización del espacio y no significan solamente la carrera armamentística; los usos no militares de las tecnologías, incluidas las tecnologías de telecomunicación cada vez mejores, la supervisión medioambiental y la alerta temprana de las catástrofes naturales, son muy necesitados en una región cuyo alcance geográfico abarca la zona tanto de los Andes, como también de Amazonia. Además, las investigaciones espaciales son uno de los mejores portadores de la innovación en América Latina.

---

5 A ISECG pertenecen las siguientes agencias: ASI (Italia), BNSC (Gran Bretaña), CNES (Francia), CNSA (China), CSA (Canadá), CSIRO (Australia), DLR (Alemania), ESA (Agencia Espacial Europea), ISRO (India), JAXA (Japón), KARI (Corea del Sur), NASA (Estados Unidos), NSAU (Ucrania), Roscosmos (Rusia).

## Referencias

- AEB (2016). “Brasil e Argentina concluem fase A do projeto Sabia-Mar”, <http://www.aeb.gov.br/brasil-e-argentina-concluem-fase-a-do-projeto-sabia-mar/>, acceso: 20 de marzo 2017.
- Agencia Polaca de Prensa (2015). “Szef Polskiej Agencji Kosmicznej: agencja może przynieść Polsce korzyści”, PAP, 14 de junio 2015, <http://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,403735,szef-polskiej-agencji-kosmicznej-agencja-moze-przyniesc-polsce-korzysci.html>, acceso: 20 de enero 2017.
- AntelSat (2014). “AntelSat, el primer satélite uruguayo”, [http://www.antel.com.uy/web/antelsat/antelsat/-/asset\\_publisher/kusVFdfsn722/content/antelsat-el-primer-satelite-uruguayo/maximized?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.antel.com.uy%2Fweb%2Fantelsat%2Fantelsat%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_kusVFdfsn722%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-1%26p\\_p\\_col\\_pos%3D1%26p\\_p\\_col\\_count%3D2](http://www.antel.com.uy/web/antelsat/antelsat/-/asset_publisher/kusVFdfsn722/content/antelsat-el-primer-satelite-uruguayo/maximized?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.antel.com.uy%2Fweb%2Fantelsat%2Fantelsat%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_kusVFdfsn722%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2), acceso: 20 de julio 2018.
- Arias, Daniel (2015). “Escaleras al cielo, peldaño a peldaño”, (Serie Tronador II), *Portinos* <https://portinos.com/14577/escalera-al-cielo-peldano-a-peldano-serie-tronador-ii>, acceso: 20 de enero 2017.
- Blinder, Daniel (2015). “Hacia una política espacial Argentina”, *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 10(29), pp. 65-89.
- Blinder, Daniel (2016). “La política tecnológica como política exterior: algunas conclusiones y propuestas”, *Revista Ciencia, Docencia y Sociedad*, 27 (53), pp. 118-134.
- CHASQUI (2014). “El primer satélite peruano”, <http://www.chasqui.uni.edu.pe>, acceso: 20 de enero 2017.
- CONAE, “SAOCOM Satélite Argentino de Observación Con Microondas”, <http://www.conae.gov.ar/index.php/espanol/misiones-satelitales/saocom/objetivos>, acceso: 20 de abril 2018.
- De León, Pablo (2008). *Historia de la actividad espacial en la Argentina*, Tomo 1, Buenos Aires, CPIAyE.
- Deltronnews (2014). “Satélite peruano Chasqui II estará en órbita el 2014”, <http://www.deltronnews.com/Satelite-peruano-Chasqui-II-estara-en-orbita-el-2014>, acceso: 20 de enero 2017.
- El País (2015). “AntelSat: expiró el satélite celeste”, <https://www.elpais.com.uy/informacion/antelsat-expiro-satelite-celeste.html>, acceso: 20 de julio 2018.
- ESA (2007). “The Global Exploration Strategy: The Framework for Coordination”, *European Space Agency*, April 2007, [http://www.globalspaceexploration.org/c/document\\_library/get\\_file?uuid=119c14c4-6f68-49dd-94fa-af08ecb0c4f6&groupId=10812](http://www.globalspaceexploration.org/c/document_library/get_file?uuid=119c14c4-6f68-49dd-94fa-af08ecb0c4f6&groupId=10812), acceso: 10 de abril 2017.
- Eutelsat, <http://www.eutelsat.com/en/home.html>, acceso: 2 de febrero 2018.
- Gibb, Tom (2004). “Brazil launches rocket into space”, *BBC News*, 24 de octubre 2004, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/3948531.stm>, acceso: 10 de abril 2018.
- Goćłowska-Bolek, Joanna (2015). “Fostering economic and social innovativeness to address development challenges in Latin America”, en: *Openness, innovation, efficiency and democratization as preconditions for economic development*. Proceedings of the 11th International Conference of ASECU, Cracow: ASECU, Jagiellonian University, pp. 201-209.
- Goćłowska-Bolek, Joanna (2017). “Scientific, technological and innovation policy in Latin America”, *Nauka*, Polish Academy of Science, 3/2017, pp. 157-177.
- Harding, Robert (2013). *Space Policy in Developing Countries The search for security and*

*development on the final frontier*, New York, Routledge.

Hurtado, Diego, Bianchi, Matías y Lawler, Diego (2017). “Tecnología, políticas de Estado y modelo de país: el caso ARSAT, los satélites geoestacionarios versus ‘los cielos abiertos’”, *Epistemología e Historia de la Ciencia* (Universidad Nacional de Córdoba), vol. 2, núm.1, pp. 48-71.

ILOT (2015). “Współpraca pomiędzy Instytutem Lotnictwa a Uniwersytetem w Brasili”, <http://ilot.edu.pl/wspolpraca/partnerzy-zagraniczni/universytet-w-brasili/>, acceso: 4 de julio 2017.

INVAP (2011). “Acuerdo entre Brasil y Argentina para la construcción de dos reactores de investigación”, <http://www.invap.com.ar/es/la-empresa/sala-de-prensa/novedades/637-acuerdo-entre-argentina-y-brasil-para-la-construccion-de-dos-reactores-de-investigacion-.html>, acceso: 20 de enero 2018.

INVAP Aerospace, “Aerospace and Government”, <http://www.invap.com.ar/en/aerospace-and-government/aerospace-and-government-area/introduction-aerospace.html>, acceso: 20 de enero 2018.

INVAP SARA, “Argentine Air Robotic System (SARA)” <http://www.invap.com.ar/en/aerospace-and-government/government-projects/argentine-air-robotic-system-sara-in-spanish.html>, acceso: 20 de enero 2018.

KyivPost (2011). “First launch of Ukrainian-Brazilian rocket scheduled for late 2013”, <https://www.kyivpost.com/article/content/ukraine-politics/first-launch-of-ukrainian-brazilian-rocket-schedul-114278.html>, acceso: 10 de marzo 2018.

Massare, Bruno (2015). “Radiografía de INVAP, la empresa que fabricó el satélite argentino Arsat-1”, *Negocios*, 30 de enero 2015, <http://www.infotechnology.com/negocios/Radiografia-de-INVAP-la-empresa-que-fabrico-el-satelite-argentino-Arsat-1-20150130-0001.html>, acceso: 2 de febrero 2017.

Mendelson Forman, Johanna; Sabathier, Vincent; Faith, G. Ryan; Bander, Ashley (2009). *Towards the Heavens. Latin America's Emerging Space Programs*, Washington, CSIS.

Mercopress (2011). *Argentina, with Brazilian support proposes a South American Space Agency*, 1 de agosto 2011, <http://en.mercopress.com/2011/09/01/argentina-with-brazilian-support-proposes-a-south-american-space-agency>, acceso: 2 de febrero 2017.

Messier, Douglas (2011). “Will a new space power rise along the Atlantic?”, *The Space Review*, 15 de agosto 2011, <http://www.thespacereview.com/article/2143/1>, acceso: 10 de marzo 2018.

NASA (2015). “Johnson Space Center”, <https://www.nasa.gov/centers/johnson/home/index.html>, acceso: 2 de febrero 2018.

NASA (2017). “Budget Documents, Strategic Plans and Performance Reports”, <https://www.nasa.gov/news/budget/index.html>, acceso: 10 de marzo 2018.

NASA (2018). “**International Space Exploration Coordination Group**”, <https://www.nasa.gov/exploration/about/isecg/#.WY7rT7tuKM8>, acceso: 12 de abril 2018.

Noticias (2018). “Colombia pondrá por primera vez un satélite en órbita, será lanzado desde la India”, <https://noticias.caracoltv.com/colombia/colombia-pondra-por-primera-vez-un-satelite-en-orbita-sera-lanzado-desde-la-india>, acceso: 20 de julio 2018.

Sánchez, Alex (2008). *Space Technology Comes to Latin America: Part of the Hemisphere's Road to Autonomy*, COHA Report, <http://www.coha.org/space-technology-comes-to-latin-america-part-of-the-hemisphere-s-road-to-autonomy/> acceso: 2 de febrero 2018.

Sánchez, Alex (2012). “Latin America space programs”, *The Space Review*, 27 de agosto 2012, <http://www.thespacereview.com/article/2143/1>, acceso: 2 de febrero 2018.

SatMex, <http://www.satmex.com.mx>, acceso: 20 de marzo 2018.

SIPAM, “Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia” <http://www.sipam.gov.br>, acceso: 19 de enero 2018.

Tecnológico de Costa Rica (2018). “Histórico: el primer satélite costarricense funciona en el espacio y hace contacto”, <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2018/05/11/historico-primer-satelite-costarricense-funciona-espacio-hace-contacto>, acceso: 21 de julio 2018.

The Internet Encyclopedia de Science, Brazilian Space Agency, [http://www.daviddarling.info/encyclopedia/B/Brazilian\\_Space\\_Agency.html](http://www.daviddarling.info/encyclopedia/B/Brazilian_Space_Agency.html), acceso: 21 de marzo 2018.

Ultima Hora (2017). “En cuatro años orbitaría el primer satélite de Paraguay”, <https://www.ultimahora.com/en-cuatro-anos-orbitaria-el-primer-satelite-paraguay-n1079207.html>, acceso: 21 de julio 2018.

UNESCO (2015). *Science Report. Toward 2030*, Paris, UNESCO.

Xinhuanet (2011). “Xichang Space Centre starts cooperation with Bolivia” [http://news.xinhuanet.com/english2010/china/2011-08/10/c\\_131041506.htm](http://news.xinhuanet.com/english2010/china/2011-08/10/c_131041506.htm), acceso: 2 de febrero 2017.

Xinhuanet (2012). “Xichang Space Centre starts cooperation with Venezuela”, [http://news.xinhuanet.com/english/sci/2012-02/11/c\\_131404796.htm](http://news.xinhuanet.com/english/sci/2012-02/11/c_131404796.htm), acceso: 2 de febrero 2017.