

“Desarrollo del sector espacial en Argentina”

Paula Falvino

2016

Argentina posee una larga trayectoria en el campo espacial, sector que requiere de amplios conocimientos científicos, desarrollo técnico y un continuo avance en las nuevas tecnologías y proyectos. Impulsada por la carrera espacial que se desarrollaba en el momento, en 1961 la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales comenzó a realizar las primeras grandes misiones en la actividad, permitiendo llevar adelante estudios científicos a gran escala.

Este trabajo mostrará el desarrollo histórico del sector aeroespacial argentino, teniendo en cuenta los diversos contextos históricos en los cuales se encontró envuelto, haciendo hincapié en los logros, proyectos y objetivos de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, las misiones satelitales que realiza en conjunto con otras instituciones y los satélites que ha puesto en órbita. También se hará una mención de los satélites creados por Argentina, desde el LU Sat I hasta los primeros nanosatélites comerciales, diseñados por la empresa Satellogic.

Contexto internacional

El desarrollo de la actividad aeroespacial en Argentina y en otros países hacia la segunda mitad del siglo XX fue indudablemente incentivado por el contexto en el cual se encontraba sumergido el mundo: la Guerra Fría. Para poder comprender qué fue lo que llevó al país a investigar en el sector, se hará una introducción a los inicios del mismo a partir de los pioneros en el área: Estados Unidos y la URSS.

El período que abarcó la Guerra Fría puede ser definido como la continua tensión entre Estados Unidos y la URSS, dos países que, al término de la Segunda Guerra Mundial, se habían convertido en dos superpotencias, dejando a otros como Gran Bretaña y Francia relegados a un segundo nivel. A partir de esa fecha y hasta 1991, momento de la desintegración de la Unión Soviética, la competencia entre el bloque occidental-capitalista liderado por EEUU y el bloque oriental-comunista, con la URSS a la cabeza, abarcó diversos aspectos: ideológicos, económicos, carrera armamentística e incluso carrera espacial, en lo que se enfocará este capítulo.

La superioridad norteamericana parecía indudable. Había sido Estados Unidos el primer país en desarrollar el arma nuclear; los avances tecnológicos y económicos eran supuestos como incomparables con respecto a la Unión Soviética. Luego de la Segunda Guerra Mundial, EEUU había experimentado un rápido y continuo crecimiento y uno de sus objetivos se convirtió en el avance en la industria armamentística y la llegada al espacio.

Por su parte, el 4 de octubre de 1957 la URSS lanzó exitosamente el *Sputnik*, primer satélite artificial lanzado por el ser humano. Su objetivo era medir la atmósfera superior de la Tierra. Este hecho tuvo gran repercusión en Estados Unidos, dado el triunfo del bloque enemigo que a su vez demostraba el claro adelanto espacial sobre el bloque norteamericano, haciéndolo dudar sobre sus potencialidades. La situación se agravó aún más para este país cuando, el 3 de noviembre de 1957, los soviéticos lanzaron al primer ser vivo al espacio. La perra rusa conocida como Laika fue lanzada a bordo de la nave *Sputnik II* y, a pesar de fallecer unas cinco horas después del lanzamiento, la experiencia le dio a la URSS importante información acerca del comportamiento de los seres vivos en el espacio, preparándose para el envío de seres humanos.

Ante el indudable adelanto soviético, Estados Unidos no quiso quedarse atrás. El 31 de enero de 1958, el primer satélite fue lanzado desde EEUU: el *Explorer I*. Tenía como objetivo medir la radiación del cinturón de Van Allen. El 29 de julio de ese mismo año se creó la "National Aeronautics and Space Administration" (NASA) con el fin de realizar un uso militar del espacio y restablecer el prestigio y la supremacía norteamericana. Esto se lograría mediante el programa **Pioneer**, que debía preparar el lanzamiento de satélites, y el inicio del programa **Apollo**, cuya misión sería lograr la llegada del hombre a la Luna.

Mientras tanto, la URSS seguía colectando triunfos que continuaban demostrando su superioridad en el campo. El 12 de abril de 1961, el teniente de la Fuerza Aérea de la URSS Yuri Gagarin realizó con éxito el primer vuelo tripulado al espacio en la historia. Esta hazaña fue seguida de otras en los años posteriores.

El 16 de julio de 1969 Estados Unidos lanzó la misión *Apollo II*, teniendo a bordo a los astronautas Neil Armstrong, Michael Collins y Edwin Aldring. Armstrong se convirtió en el primer hombre en pisar la Luna: "(...) *Voy a bajar del Módulo Lunar*

*ahora. Este es un pequeño paso para el hombre... un salto gigantesco para la humanidad*¹. La operación fue todo un éxito.

La carrera espacial durante la Guerra Fría instó a otros países a realizar investigaciones en ese sector. En 1973, Francia logró llevar adelante el programa del lanzador europeo *Ariane*. Años antes se había convertido en el cuarto país en poner un satélite en órbita. Japón se convirtió en el cuarto país en 1970, adelantándose a China por unas pocas semanas. Fue seguido en 1971 por Inglaterra, y ésta por la India, nueve años más tarde, y por Israel, en 1988. El primer satélite argentino, el LU Sat I sería lanzado en 1990. Así como surgió la NASA en Estados Unidos, centros de investigación y desarrollo tecnológico dedicados a la actividad espacial surgieron en otros países, como el Centre national d'études spatiales (CNES, Centro Nacional de Estudios Espaciales) en Francia y la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) en Argentina. Esto demuestra que no solamente EEUU y la URSS estaban interesados en el espacio, sino que la carrera desenvuelta entre ellos alentó a otros países a realizar estudios, proyectos y viajes en el sector aeroespacial incentivando la cooperación internacional más que la competencia.

Actividad espacial argentina previa a la CONAE

El desarrollo del sector aeroespacial en el país no inició con la creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, sino que existieron previas instituciones, proyectos y lanzamientos que promovieron el desarrollo de dicha actividad.

Esta comenzó a llevarse a cabo en forma sistemática el 28 de enero de 1960, cuando entró en funcionamiento uno de los destacados organismos pioneros en el sector: la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) que se enfocó en investigaciones atmosféricas, así como también astronómicas y fotográficas. Tales estudios fueron posibles gracias al lanzamiento de plataformas espaciales, objetos enviados al espacio con el objetivo de realizar observaciones de la Tierra o de cuerpos celestes. Algunos de los principales lugares desde los cuales se lanzaron las plataformas fueron Mar Chiquita, Paraná, Mendoza, Matienzo y Marambio en el sector antártico, Chamental (La Rioja).

¹ Armstrong 1969: *La Guerra Fría y la carrera espacial. Un breve análisis histórico*.

Uno de los proyectos realizados durante los primeros años de la CNIE fue la conocida como "Operación Matienzo". Su objetivo consistía en medir, simultáneamente en la Base Matienzo en la Antártida y en el Centro de Experimentación y Lanzamiento de proyectiles Autopropulsados (CELPA) de Chamical, la radiación cósmica (los rayos que llegan a las altas capas de la atmósfera terrestre produciendo electrones, protones, entre otras partículas) por medio de cohetes. Por otro lado, se lanzaron desde ambos lugares globos instrumentados para la medición de la radiación gamma.

Con el fin de poder realizar la operación, la CNIE contó con el apoyo y colaboración del Instituto de Investigación Aeronáutica y Espacial (IIAE). Encontrándose entre sus tareas la de diseñar cohetes, ya había desarrollado diversas series, como por ejemplo, Orión, Canopus, Rigel, Castor y Tauro, muchos de los cuales habían sido lanzados por la CNIE desde Chamical. En la "Operación Matienzo", aportó los cohetes, entre ellos el vehículo portador Gamma Centauro, el equipo técnico que dirigió el programa y también fue la encargada del desarrollo de la "carga útil" (masa especial de un vehículo). Gracias a todos los involucrados, entre el 6 y 8 de febrero de 1965, se lanzaron tres cohetes y dos globos estratosféricos. Dado el éxito de la misión, se dejó inaugurado en forma simbólica el CELPA Antártico, proyecto que se vería concretado años más tarde con la Base de Lanzamientos semipermanente en la Base Vicecomodoro Marambio.

Otro hecho memorable que demuestra los adelantos de la época en el sector es el de la llegada del primer ser vivo argentino al espacio. El 23 de diciembre de 1969, Juan, el mono misionero, fue lanzado desde el CELPA de Chamical, probando la eficacia de la tecnología aeroespacial del país y convirtiendo a la Argentina en el cuarto país en llevar con éxito a un simio al espacio, después de Estados Unidos, la URSS y Francia. Si bien nacionalmente ya se habían realizado estudios biológicos de este tipo pero con ratas, la llegada del hombre a la luna incentivó a Argentina a llevar a cabo una iniciativa con el fin de observar las consecuencias del viaje fuera de la atmósfera en el animal más parecido al ser humano. La exitosa operación requirió de numerosas y profundas investigaciones, así como desarrollos técnicos.

A través de un convenio entre la CNIE y el Instituto Max Planck, de Alemania Federal, celebrado en 1972, comenzaron a realizarse las experiencias EGANI (Experiencia Germano Argentina con Nubes Ionizadas). A través de las mismas, se

logró medir vientos neutros, determinar los desplazamientos de la ionosfera y la distribución de los campos magnéticos y eléctricos en altura a partir de cohetes fabricados en Argentina y carga útil del Instituto Max Planck.

Las investigaciones científicas de la atmósfera fueron disminuyendo a medida que la Fuerza Aérea Argentina fue impulsando el desarrollo de cohetes y misiles de interés militar. Un claro ejemplo fue el Cóndor II, un misil de carácter intermedio que comenzó a prepararse en 1982 y despertó alertas internacionales por la sospecha de su capacidad de transportar carga nuclear a una distancia de 1200 km. Si bien superó importantes presiones externas, el programa finalmente fue suspendido en la década del 90'.

Desde sus inicios, la CNIE se propuso como objetivo planificar un satélite argentino y orientó sus proyectos y esfuerzos hacia ese fin. Pero factores como la falta de recursos económicos con frecuencia impidieron satisfacer ese deseo.

Por otro lado, en 1976 un convenio entre la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina (CNEA) y el Gobierno de la Provincia de Río Negro dio nacimiento al Instituto de Investigaciones Aplicadas (INVAP), una empresa dedicada desde su origen hasta la actualidad al diseño y la construcción de sistemas y paquetes tecnológicos complejos, proyectos multidisciplinarios y actividades vinculadas a las áreas Nuclear, Espacial, Gobierno, Defensa, Energías alternativas, entre otras. Surgió por el deseo promovido por el Doctor Conrado Varotto, actualmente Director Ejecutivo de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), de llevar a cabo proyectos que debían realizarse en el marco de una organización empresarial. El INVAP materializó propuestas de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina, así como también alentó, y lo sigue haciendo, el desarrollo y trabajo de la ingeniería nuclear. Es una empresa que también desea que Argentina pueda competir en el ámbito tecnológico y espacial en el mercado mundial.

Luego de la creación del INVAP, el sector espacial siguió avanzando, hasta que en enero de 1990 fue lanzado desde Guayana Francesa el primer satélite argentino: El LU Sat 1, proyectado y construido por AMSAT, AMateur SATélite - Satélite Aficionado, asociación mundial de satélites de radioaficionados, con el fin de transmitir comunicaciones entre estos últimos. El satélite funcionó más de lo esperado, desgastándose con los años. A pesar de su decaimiento, hacia 2014, el ingeniero José Machao afirmó al Diario El Argentino “(...) *nos dio la sorpresa de que una parte ya*

fuera de servicio volvió a transmitir, porque algunos radioaficionados del mundo comenzaron a informar de esto." Lo que se escucha es limitado, pero es una prueba de la capacidad del país de innovar y desarrollar esta actividad.

La Comisión Nacional de Actividades Espaciales

La década del 90 no fue una etapa de gran desarrollo para los sectores científico y tecnológico, sino que por el contrario estuvo marcada por un retroceso en dichas actividades. Una de las causas de este hecho fue atribuida a la ineficacia de las instituciones del momento y a la falta de precisión en sus objetivos que entorpecía su función. Tampoco contaban con abundantes recursos y había poca comunicación y articulación entre ellas. Como consecuencia, los sectores mencionados, incluido el espacial, tuvieron obstáculos para llevar a cabo sus actividades.

Por otro lado, paralelamente a ese contexto nacional, había acabado la Guerra Fría y Estados Unidos buscaba la cooperación internacional. Presionada por ese país y Gran Bretaña, Argentina se unió a un plan voluntario que apoyaba la no proliferación de las armas de destrucción masiva, que llevaría a la cancelación del proyecto Cóndor II en 1993. El misil que provocó tanto revuelo desde su nacimiento fue enviado a España, donde se garantizó su destrucción, poniendo fin a un proceso tecnológico y científico que había avanzado desde fines de los 70'. Una vez eliminado el proyecto Cóndor II, Argentina obtuvo la cooperación de la NASA para desarrollar las misiones satelitales. Sin embargo, esto no evitó una reestructuración en el área espacial.

La CNIE dejó de existir una vez que se transfirió el sector desde la órbita de la Fuerza Aérea hacia, en primer lugar, la Presidencia de la Nación, cuando el 31 de mayo de 1991 el Poder Ejecutivo y el Congreso decidieron crear la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) como ente civil. En 1996 pasó a depender del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la Nación y desde el 26 de enero de 2016 se encuentra bajo la órbita del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

La CONAE es la encargada de diseñar, programar, controlar y ejecutar proyectos en torno al ámbito espacial en toda la República Argentina. Lleva a cabo las misiones satelitales y además coopera e impulsa los sectores científicos y educativos. Se encuentra a cargo de la elaboración del Plan Espacial Nacional, en el cual se establecen

las futuras acciones de la institución, sus objetivos, los proyectos ya en marcha y los que están siendo elaborados. Se produce la redacción y ejecución de este programa para poder aprovechar y utilizar la ciencia y la tecnología disponible para misiones espaciales de forma pacífica. Permite optimizar actividades socio-económicas para el beneficio del país ya que se obtiene información para la elaboración de planes estratégicos en las actividades agropecuarias, pesqueras y forestales; en relación con el clima, el mar, el medio ambiente, los recursos naturales. La gestión de emergencias y de la salud están incluidas. Este Plan Requiere de constantes actualizaciones, dados los continuos avances tecnológicos

Como ha sido mencionado previamente, una de las funciones de la CONAE es la de realizar misiones satelitales. Para un país, contar con estos recursos es una gran ventaja, ya que, como expresó el ingeniero ambiental Vernon Morris, de la Universidad de Howard, Estados Unidos, "Los satélites nos han permitido anticipar huracanes, (...) terremotos e inundaciones a gran escala; incluso ubicarnos gracias al desarrollo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)".² Además, son objetos que permiten obtener información y realizar estudios de diversa índole.

Uno de los hechos que impulsó la actividad satelital en Argentina fue el acuerdo del Programa SAC (Satélite de Aplicaciones Científicas), firmado entre la CONAE y la NASA. Con la cooperación entre ambos organismos se dirigieron distintas misiones, quedando la construcción de satélites a cargo del INVAP.

El SAC-B, lanzado en 1996, fue el primer satélite argentino dentro del programa. Su objetivo era investigar las fuentes explosivas extragalácticas de alta energía.

Por otro lado, el SAC-A puesto en órbita en 1998 fue una misión de tipo experimental para poner a prueba sistemas de energía, navegación y control.

El 21 de noviembre del 2000, el SAC-C fue lanzado constituyéndose como el primer satélite argentino de observación de la tierra. Dotado de tres cámaras de alta sensibilidad, evaluó los recursos hídricos, los ecosistemas marinos y terrestres para poder identificar áreas vulnerables a inundaciones o incendios; además de realizar mediciones de la temperatura. Se puso de manifiesto la cooperación internacional en este proyecto, ya que se contó con la ayuda y los aportes de la NASA, ASI (Agenzia Spaziale Italiana), CNES (Centre national d'études spatiales) y DSRI, el Instituto de

² Morris 2009: *Cinco décadas de observación de la Tierra*

Investigación Espacial Dinamarqués. Se esperaba que el SAC-C tuviera una vida útil de cuatro años, pero sin embargo siguió funcionando hasta el 15 de agosto de 2013, fecha en la que se perdió toda comunicación.

Por último, se encuentra el SAC-D/Aquarius, satélite de teleobservación formado por un complejo equipo que incluye el instrumento que le da nombre: Aquarius, suministrado por la NASA en el marco del programa conjunto. Está compuesto por un radiómetro, que mide la energía térmica, especialmente la de los rayos infrarrojos; y un escaterómetro. Permite medir la salinidad del mar, la temperatura terrestre y la humedad del suelo. De este modo, se obtiene información para prevenir incendios, inundaciones y enfermedades. En la preparación de este satélite, se pudo notar la eficacia científica y tecnológica nacional. INVAP construyó la plataforma de servicios; la CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica) integró eléctricamente los paneles solares al artefacto y científicos de múltiples instituciones, como de la Universidad Nacional de La Plata, colaboraron con la Comisión.

En el 2007, se constituyó el SIASGE, Sistema Italo-Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias. Es un proyecto de cooperación entre la República Argentina y la República de Italia a través de sus instituciones espaciales, CONAE y ASI respectivamente. La importancia del SIASGE es el hecho de ser el primer sistema satelital del mundo diseñado para evaluar, prevenir o mitigar catástrofes. Utiliza una tecnología de radar SAR (Radar de Apertura Sintética), que permite observar la superficie terrestre, independientemente de la hora y condición climática; y obtener imágenes desde el espacio cada doce horas identificando desastres naturales o provocados por el ser humano en todo el mundo. De este modo, puede detectar incendios, sequías, inundaciones, terremotos, derrames de petróleo, entre otros. El programa SIASGE se basa en dos constelaciones de satélites, los argentinos y los italianos. Este último país cuenta con cuatro COSMO-SkyMed, mientras que Argentina aporta la constelación SAOCOM I, compuesta por dos satélites. La propuesta de esta alianza italo-argentina llama la atención, por lo que SACOM cuenta con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo e Italia colabora con la puesta en órbita de los mismos. La banda COSMO-SkyMed y SACOM observan distintos aspectos de la Tierra desde el espacio, y juntos proveen una amplia visión del planeta. Uno de los beneficios del SIASGE para Argentina es que promueve el desarrollo de mapas de humedad de

suelo sobre las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa y Santa Fe que son de gran ayuda para la agricultura y la hidrología.

Para el desarrollo de sus actividades, la CONAE requiere del apoyo de distintos entes. Uno de ellos es el Centro Espacial Teófilo Tabanera, en Córdoba, dedicado a la investigación, prueba y operación de satélites para poder realizar las actividades espaciales de la Comisión Nacional. El centro está formado por un conjunto de organismos, entre los que se encuentra la Estación Terrena Córdoba, encargada de controlar satélites propios como el SAC-C y colabora con el SIASGE analizando las imágenes y monitoreando a los COSMO-SkyMed, mientras Italia retribuye la cooperación haciendo lo mismo con los satélites argentinos. También se puede mencionar el Instituto Gulich, emprendimiento de la CONAE y la Universidad Nacional de Córdoba, como parte del Centro Espacial y encargado de aplicar la tecnología e información espacial a temas prioritarios, como las emergencias o enfermedades. Por ejemplo, realizan mapas de riesgo del dengue, el Mal de Chagas, el paludismo.

Recientes innovaciones en el área

Una empresa argentina está revolucionando el sector espacial desde sus inicios, en el 2010. Satellogic, con Emiliano Kargieman como CEO, se encarga de desarrollar tecnología en ese ámbito, y tiene el objetivo de democratizar el acceso al espacio. Busca que los satélites que generan puedan generar servicios directos a la población, empresas, laboratorios, universidades. Gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y al apoyo del INVAP, el 26 de abril de 2013 logró con éxito el lanzamiento de "Capitán Beto", poniendo en órbita al primer nanosatélite argentino. Los nanosatélites pueden cumplir funciones semejantes a la de los satélites lanzados con anterioridad, pero son mucho más pequeños y de un costo menor. Con fines educativos y científicos, "Capitán Beto" pesa solamente dos kilogramos (mientras, por ejemplo, SAOCOM tiene un peso de dos toneladas) y su software es de libre acceso. El costo de los emprendimientos espaciales siempre fue un freno para incentivar el desarrollo del área. Sin embargo, las nuevas técnicas y tecnologías detrás de los nanosatélites abaratan notablemente el costo, lo que promovería el sector.

El 2a de noviembre de 2013 fue lanzado "Manolito", sucesor del primer nanosatélite. Los radioaficionados pueden localizarlo e inclusive mandarle mensajes. "Tita" fue lanzada el 20 de junio de 2014. Los últimos satélites de la especie lanzados por

Satellogic fueron "Fresco y Batata", en conmemoración al típico postre argentino, el 30 de mayo de 2016, aptos para ofrecer servicios comerciales. Los nanosatélites poseen permiten la observación de la tierra (clima y atmósfera) y las estrellas; la prueba de desarrollos tecnológicos como sensores e investigaciones biológicas como nuevos medicamentos); y funciones educativas. Los servicios de "Fresco y Batata" podrán ser comprados para el monitoreo de campos y cultivos; para el control de seguridad en la industria petrolera y en el medio ambiente.

"En el campo espacial, la tecnología está atrasada a nivel innovación. Los avances tecnológicos son lentos y se hacen de a poco. Por ello, los nanosatélites podrán modificar a futuro la tecnología espacial, repensar la industria y generar beneficios a muy bajo costo"³, expresa Kargieman, convencido del profundo impacto que tendrá el proyecto.

Conclusión

Luego de haber realizado un recorrido por el sector aeroespacial argentino, se puede concluir que requiere de un gran esfuerzo, tanto en lo económico como en lo profesional, y que necesita innovaciones constantes para estar a la par de las grandes potencias mundiales. Esta cuestión debe impulsar a los científicos a ir más allá, a seguir desarrollando, diseñando y proyectando en el ámbito espacial, tan amplio y con tantas particularidades por descubrir.

La información generada actualmente por los satélites tiene múltiples aplicaciones, tanto para los científicos como para la sociedad en su conjunto, y permiten desde comunicaciones hasta detección de catástrofes. Los potenciales beneficios son tan importantes que el desarrollo de la actividad sin duda requiere de un gran compromiso político que genere las condiciones necesarias para poder avanzar. Sin embargo, como dice Ricardo Cabrera: "En una historia colectiva como la de la aventura de conquistar el espacio y utilizarlo en provecho de la sociedad resulta antipático destacar un grupo de actores sobre otros. Desde un gobierno que interpreta la soberanía en términos políticos, económicos y tecnológicos, hasta un ejército de ingenieros, físicos, computadores y muchas otras variadas profesiones, un sistema universitario que forma los recursos humanos y en lugar de repetir conocimientos ya probados se plantea el desafío de

³ Kargieman 2013: *Lanzaron con éxito un nano satélite argentino*

generar nuevo conocimiento, un pueblo que invierte en conocimiento como una apuesta al futuro... todos son fundamentales, y si algo tienen en común todos ellos es la convicción de que hoy más que nunca conocimiento es sinónimo de progreso y bienestar."⁴

Bibliografía

- DREWES, Lorena 2014, El sector espacial argentino: Instituciones, empresas y desafíos, Benavidez, ARSAT, http://www.arsat.com.ar/wp-content/uploads/2014/09/el_sector_espacial_argentino1.pdf (último ingreso 17/11/2016)
- Página12, miércoles 30 de diciembre de 2009, “Un pequeño salto para el mono” en <https://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-137821-2009-12-30.html>
- SA 2011, “Operación Matienzo”, http://www.grupoartax.com.ar/operaciones/operacion_matienzo.htm (último ingreso 17/11/16)
- Vera, M. Nevia; Guglielminotti, Cristian; David Moreno, Christian 2014, “La participación de la Argentina en el campo espacial: panorama histórico y actual” en www.pcient.uner.edu.ar/index.php/cdyt/article/downloadSuppFile/89/48 (último ingreso 16/11/2016)
- Sánchez Peña, Miguel 2016, “Experiencias espaciales en la Antártida” en <http://www.marambio.aq/experienciasespacialesantartida.html> (último ingreso 15/11/16)
- León Millán, Juan Manuel 2013, “”, pp. 3-7, “La Guerra Fría y la carrera espacial. Un breve análisis histórico.”, <http://www.pasajealaciencia.es/2013/pdf/03Leon.pdf> (último ingreso 17/11/16)
- CABRERA, Ricardo 2015, SATÉLITES De la Luna al Arsat, Ciudad de Buenos Aires, Eudeba.
- La Nación, lunes 30 de mayo de 2016, “Fresco y Batata, los dos primeros nanosatélites comerciales argentinos” en <http://www.lanacion.com.ar/1903815-fresco-y-batata-los-dos-primeros-nanosatelites-comerciales-argentinos>
- La Nación, viernes 26 de abril de 2013, “Lanzaron con éxito un nano satélite argentino” en <http://www.lanacion.com.ar/1576327-lanzaron-con-exito-un-nano-satelite-argentino>

⁴ Cabrera 2015: pp. 84

- Diario El Argentino, lunes 27 de octubre de 2014, "El primer satélite argentino cumplió 24 años en órbita y aún funciona", en <http://www.diarioelargentino.com.ar/noticias/143603/El-primer-sat%C3%A9lite-argentino-cumpli%C3%B3-24-a%C3%B1os-en-%C3%B3rbita-y-a%C3%BAn-funciona>

- La Nación, domingo 31 de mayo de 2009, p. 18, "Cinco décadas de observación de la Tierra"