

SISTEMA INSTITUCIONAL DEL SECTOR ESPACIAL: UNA COMPARACIÓN ENTRE ARGENTINA, INDIA E ISRAEL

ESPACIO ABIERTO

VALENTÍN ALVAREZ - valvarezmr@gmail.com

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto Interdisciplinario de Economía Política. Universidad Nacional de San Martín.

FECHA DE RECEPCIÓN: 4-7-2021
FECHA DE ACEPTACIÓN: 8-10-2021

Resumen

El desarrollo del sector espacial en un país está condicionado por su sistema institucional, entendido como el conjunto de actores que participan en el sector, las interacciones entre ellos y las reglas de juego que enmarcan estas interacciones. Este trabajo analiza los sistemas institucionales de tres países que cuentan con un fabricante espacial público, y con capacidades tecnológicas suficientes para fabricar satélites geostacionarios de telecomunicaciones a nivel local: Argentina, India e Israel. A partir de la comparación entre estos tres casos de estudio, se busca caracterizar los sistemas institucionales e identificar las asimetrías entre ellos. Este análisis ha permitido echar luz sobre cómo los actores al interior de los distintos sistemas institucionales se coordinan e interactúan. También se han identificado casos donde se verifica una ausencia de mecanismos de rendición de cuentas que alineen los incentivos con el desarrollo del sector.

Palabras clave: Sector espacial - Instituciones - Satélites.

INSTITUTIONAL SYSTEM OF THE SPACE SECTOR: A COMPARISON BETWEEN ARGENTINA, INDIA AND ISRAEL

Abstract

The development of the space sector is conditioned by its institutional system, defined as its agents, the interactions between them and the rules of the game which provide a framework for those interactions. This paper analyzes the institutional systems of three countries with a public satellite manufacturer and with technological capabilities which allow them to locally build geostationary telecommunication satellites: Argentina, India and Israel. The comparison between these cases aims at characterizing the interaction between agents in each institutional system and identifying the asymmetries between them. The analysis has shed light on how the agents inside the

institutional systems coordinate their actions. We have also identified cases where there is an absence of accountability mechanisms that align incentives towards the development of the sector.

Keywords: Space sector - Institutions - Satellites.

El autor agradece el invaluable aporte de Paulo Pascuini. Como es usual, cualquier error u omisión es exclusiva responsabilidad del autor.

1. Introducción y objetivos

El sector espacial es un sector de alta tecnología con amplios impactos productivos y tecnológicos potenciales (OECD, 2019). El uso de tecnología satelital está dando lugar a nuevas aplicaciones en áreas como el transporte, la gestión de recursos naturales y la agricultura, que a su vez impulsan la creación de nuevos usos de esta tecnología aguas abajo (OECD, 2014). Los beneficios derivados de la implementación de programas para el desarrollo de satélites exceden los servicios que éstos brindan, ya que generan impactos adicionales gracias a las capacidades técnicas adquiridas por ejemplo a partir de la creación de oportunidades de negocios o el surgimiento de *spin-offs* en otros sectores industriales (Balogh, 2011).

Este sector, para cuyo éxito la innovación es claramente determinante, se desarrolla en un marco institucional en el cual las capacidades de absorción y el sistema nacional de innovación juegan un rol central. Los programas espaciales nacionales involucran actores como poderes del Estado, centros de I+D públicos, agencias espaciales, empresas públicas y privadas de la industria (e.g. fabricantes de satélites y lanzadores), y operadores (OECD, 2012, p. 43). La organización de estos distintos actores a partir de determinadas reglas de juego podría tanto fomentar como inhibir el desarrollo del sector. Por ejemplo, cuando la participación del Estado es importante en el sector, la dinámica y las interacciones dentro de este pueden variar según exista o no una entidad especializada que coordine las acciones de los múltiples actores.

Este trabajo se propone profundizar en el funcionamiento del sistema institucional en el que se enmarca el desarrollo del sector espacial, entendido como el conjunto de actores que participan en el sector, sus interacciones y las instituciones. Siguiendo a la CEPAL (León y Muñoz, 2020), las instituciones serán las reglas de juego que enmarcan la interacción de los agentes, incluyendo tanto estructuras y reglas formales (e.g. normativa) como informales o implícitas. Así, la existencia misma de otros actores, sus competencias y capacidades, y la estructura de mercado, por ejemplo, forman parte de dichas reglas¹.

Este trabajo se propone analizar los sistemas institucionales de Argentina, India e Israel, tres países donde el sector público tiene control de un actor con capacidades tecnológicas suficientes como para fabricar localmente satélites de geostacionarios de telecomunicaciones. Esto, como veremos, afecta el modo en que los actores interactúan, los proyectos que realizan y el grado de coordinación que deben alcanzar. En particular, se buscará responder cuáles son las modalidades de interacción entre los distintos actores dentro de los respectivos sistemas institucionales de sus sectores espaciales, e identificar las asimetrías entre los sistemas institucionales de cada país. Para ello se seguirá una metodología cualitativa comparativa que permita estudiar las diferencias de los tres casos a partir de la identificación de los actores espaciales locales, los actores del sector público con los que estos interactúan, los vínculos entre ellos y las reglas de juego que enmarcan estos vínculos.

Luego de esta introducción, en la segunda sección se presenta un marco conceptual sobre la relación entre desarrollo tecnológico, instituciones y sector espacial. A continuación, se presenta la metodología, además de información de contexto necesaria para el estudio del sector. En las secciones 4, 5 y 6 se procede a estudiar los tres sistemas institucionales, mientras que en la sección 7 se realiza una comparación entre ellos exponiendo sus asimetrías, para en la última sección dar las reflexiones finales.

¹ Las “Instituciones” en el sentido coloquial, como sinónimo de organismos u organizaciones, no están comprendidas dentro de esta definición. En esos casos nos referiremos a “actores”.

2. Marco conceptual

Entre la diversa literatura que discute los determinantes del progreso tecnológico, la neo-schumpeteriana se caracteriza por su énfasis en el proceso de aprendizaje (Lundvall, 2010). El conocimiento acumulado mediante este aprendizaje es transferido a través de reglas e interacciones entre agentes que deben desarrollar capacidades de absorción para explotarlo (Johnson, 2010; Chesnais, 2010).

En este proceso de aprendizaje, las firmas suelen encontrarse inmersas en redes junto a otras firmas y organizaciones (e.g. agencias públicas y universidades) comprendidas dentro del sistema nacional de innovación (Cimoli, Dosi, Nelson, & Stiglitz, 2010). El concepto de sistema nacional de innovación admite múltiples definiciones (Guaipatin y Schwartz, 2014, p. 16), que suelen incorporar al conjunto de organismos, empresas y universidades que participan en el desarrollo, financiamiento y reglamentación de innovaciones y tecnologías. En tanto sistema, está formado por organizaciones que interactúan entre sí, y cuyas mejoras tecnológicas y organizacionales a partir del desarrollo de capacidades dan lugar a innovaciones (Suárez, 2018). La innovación es el resultado de las complejas relaciones entre los actores del sistema, y la comprensión de esta interacción puede ayudar a los *policy-makers* a identificar puntos para mejorar la competitividad de la economía en su conjunto, y a la relación entre las políticas públicas y las instituciones (OECD, 1997).

El enfoque del sistema nacional de innovación comprende múltiples dimensiones que exceden la estrictamente económica, evaluando factores políticos, sociales, culturales y geopolíticos, entre otros, desde una perspectiva histórica y situada (Edquist, 2004, p. 183; Freeman 1995). La importancia del análisis situado fue resaltada en los debates más recientes al interior del enfoque, en particular en su aplicación al estudio de países en desarrollo. Dadas las heterogeneidades entre estos países, el estudio de su sistema nacional de innovación requiere dar cuenta de las especificidades históricas, estructurales e institucionales en un momento dado (Suárez, 2018), que imponen asimetrías en el funcionamiento del sistema entre distintos países. Debido a que distintos sistemas tienen distintas

características y formas de contribuir al desarrollo, las preguntas sobre las posibles trayectorias al desarrollo deberían focalizarse en los problemas específicos a ser resueltos, y las estructuras de los moldean (Suárez y Erbes, 2021).

Las instituciones, definidas como las reglas de juego que regulan la interacción de los agentes, constituyen *uno* de los componentes del sistema nacional de innovación. Siguiendo a López (1996), en el enfoque neo-schumpeteriano las instituciones tienen un papel central como modeladoras de los patrones de comportamiento de los agentes económicos, generando esquemas de incentivos, flujos de conocimiento e información, y estableciendo un marco para la interacción entre agentes que atraviesan procesos de aprendizaje (López, 1996). Las políticas y actividades de “ingeniería institucional” afectan las capacidades tecnológicas de los agentes, el ritmo al que aprenden, las señales económicas a las que se enfrentan y las formas en que interactúan entre sí (Cimoli, Dosi, Nelson, y Stiglitz, 2010).

Por supuesto, la relación entre instituciones y desarrollo también ha sido abordada por otras disciplinas además de la economía. Desde un punto de vista político, tanto las instituciones como la acción de los actores son necesarias para explicar la causalidad de un proceso, lo cual exige no considerar a las instituciones excluyentemente como causas y soluciones del desarrollo (Acuña y Chudnovsky, 2013). En el marco de la antropología organizacional, se ha señalado, por ejemplo, que la acción de los agentes no está solamente restringida o posibilitada por las reglas del juego del sistema social, sino también por sus recursos materiales y simbólicos, sus estrategias y sus áreas de incertidumbre (Chanlat, 2019). La sociología institucional, por su parte, ha puesto particular énfasis en la diferencia entre estructuras formales e informales, y consecuentemente entre la estructura institucional formal y las prácticas y procedimientos informales (Adam y Kriesi, 2010, p. 150).

Es en este marco, e intentado capturar aspectos políticos, sociales y económicos además de los legales, que se utiliza aquí la definición de instituciones como reglas de juego que enmarcan la interacción de los agentes, incluyendo tanto estructuras y reglas formales (e.g. normativa) como informales o implícitas (León y Muñoz,

2020). Si bien la definición adoptada es amplia, es claro que no captura todas las dimensiones que, como se ha mencionado, son relevantes para la comprensión del sistema nacional de innovación y el proceso de desarrollo. Es por esto que un análisis enfocado en las instituciones deberá ser complementado por otros de carácter geopolítico, social, etc., que de manera conjunta permitan una comprensión más completa del fenómeno. Por ejemplo, en la relación entre las instituciones a nivel internacional y la tecnología, Blinder (2017) señala que el desarrollo tecnológico está condicionado por el sistema internacional que contiene a las unidades estatales, y cómo cambios en las reglas de juego internacionales se tradujeron en presiones para el desmantelamiento de proyectos de alta tecnología (Blinder, 2016).

Entre los sectores de alta tecnología, el espacial es uno de los pocos en los que países en desarrollo han realizado inversiones para acumular capacidades locales² (Dennerley, 2016). Entre las motivaciones que han tenido para realizar estas inversiones se encuentran algunas de corto plazo como satisfacer necesidades locales de servicios satelitales, y otras de largo plazo como mejorar la infraestructura y crear capacidades industriales (Wood y Weigel, 2011). Recientemente, nuevas tecnologías han facilitado el acceso al espacio por parte de países con una menor tradición relativa en el sector. Por ejemplo, el acceso de países en desarrollo al espacio se ha visto favorecido por recientes tendencias en los satélites pequeños de órbita baja, cuya construcción suele ser uno de los primeros pasos para el desarrollo tecnológico espacial (Wekerle, Pessoa Filho, Costa, y Trabasso, 2017).

Respecto del aprendizaje tecnológico en el sector espacial, Wood y Weigel (2013) señalan que la iniciativa por desarrollar capacidades de absorción aumenta los beneficios de un proyecto satelital, y que la iniciativa de aprendizaje a nivel de las organizaciones es particularmente importante en áreas que requieren la integración de múltiples agentes. Sobre este último punto, como se ha señalado previamente, la interacción de los agentes está enmarcada en un conjunto de

² Ver, por ejemplo, el caso de África en Oyewole (2017).

instituciones que podrían fomentar o inhibir la coordinación requerida para la ejecución de proyectos espaciales de mediano plazo (e.g. una misión satelital). Los diversos actores deben tomar decisiones como si fabricar un determinado componente del satélite o importarlo, pudiendo enfrentarse a disyuntivas entre el desarrollo de capacidades locales y el alcance de hitos más ambiciosos (Wood y Weigel, 2012). Por ejemplo, un trabajo reciente sobre la actividad espacial en Turquía ha señalado los beneficios que tendría la creación de una única autoridad espacial que coordine la toma de decisiones de los múltiples actores independientes del sector (Ercan y Kale, 2017).

Varios trabajos han estudiado las experiencias de países que acumularon capacidades tecnológicas espaciales más recientemente, como Argentina, India o Israel. Para el caso de Argentina, Drewes (2014) presenta los roles, principales proyectos, y desafíos de los actores del sector espacial. López et al. (2017) amplían la mirada más allá de los actores y desarrollos tecnológicos alcanzados, al poner foco en los encadenamientos y externalidades que puede generar la actividad. López et al. (2018) analizan la trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas y las perspectivas de la industria satelital en el país, señalando los hitos tecnológicos centrales y el rol de los principales actores. Pascuini (2020) analiza en qué medida la ley que aprueba el “Plan Satelital Geoestacionario Argentino” posibilita la preservación de capacidades tecnológicas en materia espacial. Serrá y Rus (2017) analizan el rol de los operadores satelitales a nivel mundial y su marco normativo en la Argentina, donde la falta de incentivos orientados a coordinar las actividades del operador existente entre 1991 y 2006 con la política espacial y el ecosistema local explicaron la inviabilidad de dicho operador (Hurtado y Loizou, 2019). Vera et. al (2015) brindan un panorama de la historia espacial reciente, incluyendo los objetivos y prospectiva para los años siguientes. De León (2018) también recorre la historia de la actividad en el país, concentrándose en los proyectos aeronáuticos y misilísticos, el último de los cuales (Condor) fue cancelado por presiones internacionales (Blinder, 2015a).

Esta dimensión geopolítica del sector espacial argentino ha sido ampliamente estudiada. Vera y Guglielminotti (2018) evalúan la posibilidad de una cooperación

sur-sur en tecnología espacial, Frenkel y Blinder (2020) estudian la de una cooperación espacial entre China y América del Sur, y Vera y Guglielminotti (2014) identifican los posibles aportes de la Argentina para la cooperación a nivel regional. Por su parte, Blinder (2015a) encuentra que la política espacial hasta el año 2012 logró consolidar la institucionalidad del sector en el país a la vez que dispuso dudas y presiones a nivel internacional en materia de seguridad. Finalmente, Blinder y Hurtado (2019) ubican a Argentina dentro de la estructura jerárquica internacional y analizan la política de comunicación satelital, concluyendo que el programa de satélites geoestacionarios impulsó un proceso de resignificación de las representaciones del territorio argentino y la noción de soberanía.

Las producciones científicas sobre las instituciones y el desarrollo del sector espacial en India abordan el desarrollo de la legislación espacial (Abhijeet, 2016), los beneficios de la doctrina espacial india (Sachdeva, 2016), el poder espacial y la seguridad nacional (Lele, 2016; Khan y Sadeh, 2019) y los desafíos para la diversificación de la política espacial (Nair, 2016). Nagendra y Basu (2016) investigan la cadena de valor del ecosistema espacial indio e identifican aspectos de la política espacial relevantes para el desarrollo de la industria espacial privada. Como conclusión proponen modificaciones en las instituciones y otras políticas, como la conformación de un gabinete de evaluación independiente, fomentar la coordinación de esfuerzos entre el sector público y el privado, etcétera.

Respecto a Israel, Harvey et al. (2010) exponen los hechos históricos que llevaron a la conformación del sector espacial israelí. Schrogl (2020, p. 4), para el caso de Israel, afirma que la seguridad fue un motor central de la actividad, aunque recientemente se ha registrado un crecimiento en los usos comerciales. Paikowsky (2007) identifica distintos impactos positivos de la infraestructura tecnológica espacial en Israel, como la posibilidad de proveer servicios a otras industrias y de brindar capacitación para mejorar la calidad de los recursos humanos. Paikowsky y Ben-Israel (2009) analizan las interconexiones entre la academia, la industria y diferentes agencias gubernamentales de Israel, y argumentan que esta cooperación contribuyó a un desarrollo rápido y efectivo de la industria satelital. En un trabajo

posterior, los mismos autores analizan las implicancias del desarrollo del programa espacial indio para Israel y discuten los motivos y alcances de la colaboración entre ambos países (Paikowsky y Ben-Israel, 2011).

3. Metodología

a. Selección de casos de estudio

En primer lugar, se seleccionaron como casos de estudio los países que han alcanzado la capacidad de fabricar localmente satélites geoestacionarios de telecomunicaciones y donde el fabricante con dicha capacidad se encuentra bajo control del sector público. En segundo lugar, entre ellos, se seleccionaron los últimos tres países en haber alcanzado dicha capacidad. Los casos que cumplen con estos criterios, Argentina, India e Israel, poseen un desarrollo tecnológico substantivo en un sector espacial donde el rol del sector público incluye la construcción de satélites.

La distinción entre satélites geoestacionarios y de órbita baja responde a la distancia a la que el satélite se encuentra de la superficie de la Tierra. Debido a la mayor distancia, *ceteris paribus*, un satélite geoestacionario es tecnológicamente más complejo que uno de órbita baja (Wood & Weigel, 2012), de manera que el primer criterio busca focalizar la selección en los países con mayor nivel de desarrollo tecnológico en el sector espacial. Los actores con capacidad de fabricar localmente un satélite GEO de telecomunicaciones son 8: Argentina, China, EEUU, India, Israel, Japón, Rusia y la Unión Europea (López et al., 2021)³.

Si bien en todos los casos mencionados el Estado cumple un rol coordinador, por ejemplo a través de los programas de sus agencias espaciales, que el Estado participe directamente en la provisión de satélites geoestacionarios de telecomunicaciones puede implicar nuevos elementos en las reglas de juego del sector y la forma en que se coordinan ciertas políticas de Estado. Un claro ejemplo sería que leyes u otras normativas adjudicaran a dicho fabricante la construcción

³ Se espera que este grupo de actores se amplíe en la medida que otros actores avanzan en la curva de aprendizaje tecnológico. Por ejemplo, se proyecta que Turquía lance en 2022 un satélite geoestacionario construido localmente.

de satélites del programa espacial. Combinando los primeros dos criterios el conjunto se reduce a Argentina, China, India, Israel y Rusia.

Con el objetivo de seleccionar países que potencialmente se encuentren en puntos más similares tanto en la curva de aprendizaje tecnológico como en la de desarrollo institucional, el tercer criterio restringe el análisis a los últimos tres en haber cumplido el primer criterio: India, Israel y Argentina (en 1992, 1996 y 2014 respectivamente).

Este criterio de selección permite identificar asimetrías entre países comparables en lo que refiere al funcionamiento de su sistema institucional. En particular, que cuenten con un fabricante público permitirá analizar cómo este se vincula con otros actores y las reglas de juego que gobiernan dichas interacciones, que necesariamente diferirían (en términos de sus objetivos, alcance, naturaleza jurídica, etc.) si el mismo se encontrara bajo control privado. Sin embargo, cabe destacar que los tres países cuentan con niveles de desarrollo distintos (destacándose Israel, un país desarrollado, entre dos países en desarrollo), así como con diferencias en otras características que afectan el desarrollo del sector como el nivel de gasto en I+D agregado, el presupuesto público destinado al sector espacial, etcétera⁴. Como se ha señalado previamente, este trabajo se enfoca únicamente en la dimensión institucional, lo cual exige cautela al momento de extrapolar las conclusiones de un caso a otro. De hecho, estas características podrían actuar como factores explicativos de las asimetrías entre países, un análisis que excede los límites de este trabajo.

b. Estrategia metodológica

Para cada uno de los países seleccionados se busca caracterizar el sistema institucional del sector espacial, definido como el conjunto de actores pertenecientes a la cadena de valor del sector espacial (públicos o privados), de actores del sector público con los que interactúan los actores espaciales, los vínculos entre todos ellos y las reglas de juego que enmarcan estos vínculos. Para

⁴ Por ejemplo, según datos del Banco Mundial, en 2011 (último dato disponible para los tres países) el gasto en I+D de Argentina alcanzaba el 0,54% del PBI, el de India el 0,82% y el de Israel el 4%.

ello, se identifican los actores, clasificados en nueve tipos, y sus vínculos, distinguiendo entre cuatro tipos. Cabe destacar que se busca dar cuenta del sistema institucional actual, utilizando la última información disponible, quedando el estudio de su evolución previa por fuera de los límites de este trabajo.

Una vez identificados los actores y sus vínculos en las secciones 4 (Argentina), 5 (India), y 6 (Israel), a partir de la información disponible se determina la existencia de reglas que enmarquen los vínculos formalmente y se describen los principales aspectos de dichas reglas. La comparación entre los tres casos a partir del análisis de los distintos tipos de actores, vínculos, y las reglas de juego que los enmarcan permite identificar las asimetrías entre los sistemas institucionales de cada país. Las fuentes utilizadas incluyen la literatura que ha estudiado el sector espacial en cada uno de los tres casos de estudio, las páginas web oficiales de las agencias espaciales y el resto de los actores identificados en cada ecosistema, la normativa y legislación vigente, reportes e informes de consultoras y organismos internacionales, y notas periodísticas.

c. Actores

Siguiendo la caracterización de los actores de la cadena de valor de la economía del espacio de la OECD (2012), también utilizada por López et. al (2021) entre los actores del sector espacial se encuentran tanto actores espaciales como no espaciales, listados a continuación.

- **Centros de I+D.** Universidades y laboratorios que realizan tanto investigación aplicada como ciencia básica, además de eventualmente colaborar directamente en el desarrollo de algunos proyectos.
- **Fabricantes.** Actores de base tecnológica encargados de la construcción de segmentos terrenos⁵, satélites y lanzadores. Se incluirán aquí solo a los actores con capacidad de integración del satélite, el segmento terreno o el lanzador.

⁵ Centro dedicado a la recepción y distribución de información satelital y, en general, del contacto entre los satélites y la Tierra.

- **Proveedores de insumos y subsistemas.** Proveedores de base tecnológica que participan de la fabricación de segmentos terrenos, satélites y lanzadores, que no realizan la integración final ni construyen sistemas completos, y se limitan a la provisión de equipos, insumos, servicios, subsistemas y componentes.
- **Operadores.** Propietarios o arrendatarios de satélites que proporcionan capacidad satelital y/o servicios de centro de control.
- **Proveedores de servicios de información.** Actores que agregan valor a la capacidad satelital de los operadores para proveer servicios satelitales a partir de equipamiento terrestre.
- **Agencia espacial.** Organismo público a cargo de la gestión de la actividad espacial, cuyos objetivos y competencias varían según el país, tomando en algunos casos carácter de oficina, comisión o incluso empresa pública.

En línea con la definición de sistema institucional delineada en la sección anterior, se incorporan también los actores gubernamentales con los cuales estos interactúan. Por un lado, el poder ejecutivo puede cumplir un rol en el sector en la medida en que establezca las competencias y objetivos de los actores públicos, promulgue normativa, controle, regule o dirija empresas públicas, etc.⁶ Por otro, poder legislativo también puede establecer competencias, objetivos e instituciones formales, en particular dictando legislación que afecte al sector. En algunos casos otros actores podrían rendir cuentas ante el poder legislativo. Finalmente, también podrían encontrarse entre los actores públicos otros organismos descentralizados y empresas públicas, que provean servicios a los actores espaciales, ejecuten políticas públicas o regulen un determinado segmento de la cadena.

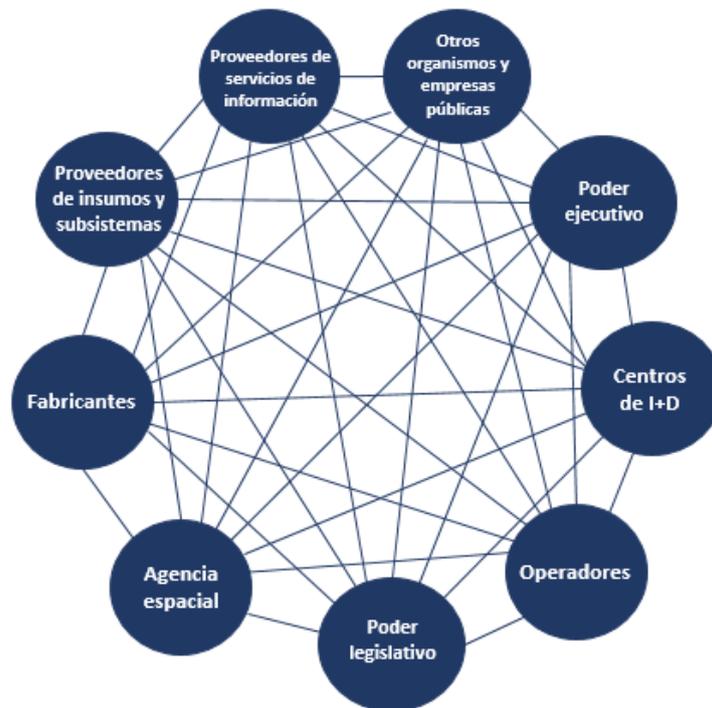
Estos tipos de actores no son mutuamente excluyentes. Por ejemplo, algunos Centros de I+D desarrollan insumos que luego proveen directamente a los fabricantes, operando también como proveedores de componentes y subsistemas.

⁶ En este trabajo se considerarán dependencias hasta un nivel por debajo de los ministerios, por ejemplo, secretarías o departamentos, según el caso.

d. Vínculos

Se dirá que dos actores están vinculados cuando existe una regla formal o informal que le dé un marco específico a su interacción en el sector espacial. En la figura 1 se representan todos los vínculos posibles, en principio, en un sistema institucional.

Figura 1: Esquema hipotético de los actores y vínculos del sector espacial



346

Fuente: elaboración propia.

Estos vínculos se clasifican en cuatro tipos. En primer lugar, se identificarán relaciones cliente-proveedor o entre colaboradores de proyectos conjuntos. La relación cliente-proveedor es un vínculo direccionado, que se representará en la dirección que va del cliente al proveedor, como lo hacen las instrucciones respecto al bien o servicio intercambiado. En cambio, entre los colaboradores de un proyecto la relación es bidireccional.

En segundo lugar, se identificarán vínculos de regulación, que se caracterizan por la existencia de una regla institucional formal que establezca el vínculo y el marco normativo bajo el cual un actor regula a otro.

En tercer lugar, entre los actores públicos podrían encontrarse un vínculo de dependencia institucional, definida como la ubicación de un actor dentro del organigrama de otro y representada con un vínculo direccionado hacia el actor dependiente. En el caso de empresas públicas es usual que la propiedad y el control de la empresa tengan distinta dependencia institucional.

Finalmente, se identificarán vínculo de rendición de cuentas, donde existe una regla formal que establece cómo y ante quién un determinado actor debe dar cuenta de sus actividades. La dirección, en este caso, corre hacia el actor que debe rendir cuentas.

4. Sistema institucional del sector espacial argentino

La agencia espacial argentina es la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), un organismo descentralizado que depende presupuestariamente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Su directorio está conformado por representantes de distintos ministerios (Economía, Ciencia, Tecnología e Innovación, Relaciones Exteriores, Defensa y Educación) y la Jefatura de Gabinete, y es presidido por el ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación. Entre sus múltiples funciones, establecidas por ley del Congreso, CONAE es la responsable del diseño y la ejecución del Plan Espacial Nacional, que establece un plan de acción en diferentes aristas, incluyendo la fabricación de satélites y lanzadores. El Plan debe ser aprobado por el Presidente de la Nación, y el directorio de CONAE debe responder por su ejecución. En lo que refiere a la construcción de satélites, el Plan se ha limitado a los de observación de la Tierra y con fines científicos. Esto excluye las actividades vinculadas a los satélites GEO de telecomunicaciones, que recaen sobre la empresa ARSAT, una empresa pública del sector cuyo rol se describe más adelante.

El Plan Espacial Nacional cuenta con una regla que establece una revisión cada 2 años, siempre manteniendo lineamientos a 10 años vista, a fin de mantenerlo actualizado. El decreto que lo aprobó por primera vez (1994) estableció que el Tesoro debía garantizar los recursos para que así sea. Sin embargo, la regla de actualización no se ha cumplido en la práctica. Por ejemplo, a abril de 2021 y al menos desde abril de 2018, en la página de CONAE figura que “La versión preliminar del “Plan Espacial Nacional 2016-2027” ha sido aprobada por el Directorio de CONAE y presentada al Poder Ejecutivo Nacional” (CONAE, 2020). El procedimiento previsto para la revisión del Plan Espacial Nacional consiste en sucesivas etapas internas, cuyo resultado final debe ser aprobado por el Presidente de la Nación. Si bien este último es externo a CONAE, cabe señalar que el Presidente de la Nación es quien designa al ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación, que es a su vez presidente de CONAE. Esto podría imponer límites al grado de efectividad de rendición de cuentas, en la medida en que el Presidente no es un evaluador completamente independiente.

Entre los centros de I+D se ubica en primer lugar la misma CONAE, que participa directamente del desarrollo de satélites y otros proyectos. Entre los Centros de I+D se encuentran también centros y laboratorios proveedores, pero no dependientes, de CONAE como el Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados (GEMA), el Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp) y el Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR), y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) (Drewes, 2014).

Entre los fabricantes, el capaz de integrar satélites geoestacionarios es INVAP S.E., que se encuentra bajo control del sector público. Esta empresa se dedica al diseño y construcción de sistemas tecnológicos complejos, principalmente en las áreas nuclear, satelital y radar. Es una Sociedad del Estado, perteneciente en un 100% a la Provincia de Río Negro, cuyo directorio consta de 7 miembros, de los cuales 4 son nombrados por el gobierno de la provincia, 2 por las CNEA y el restante por el personal de la empresa. En lo que respecta al área espacial, la firma se desempeña como fabricante de satélites y de segmentos terrenos y ha sido la contratista principal en todos los satélites del Plan Espacial Nacional y de los satélites geoestacionarios de telecomunicaciones fabricados en Argentina.

Existen dos vínculos de INVAP a través de la participación accionaria en sociedades junto a otras empresas. Por un lado, INVAP es accionista, junto a ARSAT, del Centro de Ensayos de Alta Tecnología S.A. (CEATSA), dedicado a la provisión de servicios de ensayos de alta complejidad a diversas industrias (López et al., 2017). CEATSA ha realizado ensayos para las misiones de ARSAT y de CONAE. Por otro lado, INVAP creó la compañía GSATCOM Space Technologies Inc. en conjunto con Turkish Aerospace Industries⁷, con el objetivo de desarrollar y fabricar satélites livianos de telecomunicación con propulsión eléctrica.

Entre los fabricantes también se encuentra la empresa de capital estatal VENG, dedicada inicialmente al desarrollo y fabricación de lanzadores, y servicios de lanzamiento. La empresa también provee ensayos, piezas y desarrollos, por lo que también actúa como proveedor de componentes y subsistemas. Recientemente la empresa ha incorporado la comercialización de bienes y servicios de CONAE, actuando como su brazo comercial. VENG de hecho se encuentra bajo control de CONAE, su accionista mayoritaria, y sus instalaciones se encuentran en un predio de CONAE. Finalmente, entre los fabricantes se encuentra Satellogic S.A., una empresa de capital privado que provee servicios satelitales a través de sus propios satélites, actuando como fabricante, operador y proveedor de servicios satelitales. La empresa actualmente realiza la mayor parte de sus actividades fuera de Argentina, por lo que no se la incluye en el esquema de principales actores al final de la sección.

En cuanto a los proveedores de insumos y subsistemas, existe un clúster de empresas de base tecnológica (dedicadas a las áreas aeroespacial, nuclear y de radares) en la ciudad de San Carlos de Bariloche, donde se ubica INVAP. También existen proveedores de componentes y subsistemas ubicados en La Plata, Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Córdoba, algunos de los cuales se encuentran nucleados en la Cámara Argentina Aeronáutica y Espacial (CArAE). El principal

⁷ Se trata de una empresa pública que depende de los Ministerios de Industria y Tecnología y de Defensa, las Fuerzas Armadas y otros organismos.

vínculo de estos actores consiste en la provisión de componentes y subsistemas para las misiones espaciales, tanto a INVAP como a CONAE.

En el segmento de operadores se encuentra la ya mencionada ARSAT S.A., una empresa pública perteneciente en un 98% a la Secretaría de Innovación Pública, dependiente de la Jefatura de Gabinete, y en un 2% al Ministerio de Economía de la Nación. Por ley, el 51% del capital social de ARSAT es intransferible, aunque esto no impide que la mayoría de los votos de la asamblea de accionistas pueda eventualmente encontrarse en manos del sector privado (López y Pascuini, 2018). En la ley que da origen a la empresa figura que su objetivo es el diseño, desarrollo, fabricación, lanzamiento y operación de satélites geoestacionarios de telecomunicaciones. No obstante, en lo que respecta a actividades espaciales se dedica principalmente a la operación de satélites de telecomunicaciones, vendiendo capacidad satelital. También participa en el desarrollo de satélites junto a INVAP, que es el principal contratista en su fabricación

Los proveedores de servicios satelitales de información son principalmente empresas privadas, algunas de las cuales ya participaban en la provisión de servicios de telecomunicaciones antes de incorporar los satelitales (e.g. Telecom). ARSAT, por su parte, también actúa como proveedora de servicios de información, con exenciones impositivas que la colocan en una posición de ventaja respecto a sus competidores (López et al., 2017). En lo que respecta a la provisión de servicios satelitales por imágenes, además de los servicios brindados por CONAE, VENG y Satellogic se encuentran otras empresas como Frontec (subsidiaria de INVAP) o Solapa 4.

En cuanto a la regulación del sector, el Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM), dependiente de la Jefatura de Gabinete al igual que ARSAT, es el encargado de la regulación del mercado de servicios satelitales de telecomunicaciones. Por su parte, la Subsecretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (SSETIC, bajo la Secretaría de Innovación Pública de la Jefatura de Gabinete) tiene potestad sobre el otorgamiento de derechos de aterrizaje, que permiten a operadores extranjeros proveer capacidad

satelital en el territorio nacional (ver López y Pascuini, 2018), por lo que pueden operar como una barrera de entrada al mercado local e impactar en el poder de mercado de ARSAT. Dado que ENACOM y la SSeTIC regulan las actividades en las que participa ARSAT, la coexistencia de ambos junto a ARSAT bajo la órbita de la Jefatura de Gabinete rompe con la independencia entre empresa regulada y ente regulador, lo cual podría derivar en ventajas para ARSAT adicionales a las impositivas.

Otro actor del sistema institucional del sector espacial argentino es el poder legislativo. En 2015 sancionó una ley⁸ que aprueba un plan de fabricación de satélites geoestacionarios de telecomunicaciones cuya implementación, según la ley, está a cargo del poder ejecutivo a través de ARSAT. ARSAT también es responsable de realizar una actualización del plan cada tres años, aunque a abril de 2021 (i.e. tras más de 5 años de la sanción de la ley) aún no se ha hecho pública ninguna actualización. Con este plan, se complementarían el panorama de la planificación sobre actividades espaciales de Argentina, con CONAE tomando competencias sobre el desarrollo de medios de acceso al espacio, y misiones científicas y de observación, y ARSAT sobre las misiones GEO de telecomunicaciones. Esta división de tareas lo es *de facto*, pero no *de jure*, en la medida en que no se encuentra plasmada en dicha ley ni en el último Plan Espacial Nacional (2004-2015, actualizado en 2010). Bajo esta “estructura bicéfala de la estrategia espacial”, ninguna de las entidades públicas tiene el mandato de definir políticas desde una visión que abarque todo el sector, lo cual podría resultar ineficiente en un país con una industria incipiente como Argentina (López et al., 2017, p. 30). De hecho, el operador satelital previo a ARSAT debió ser reemplazado, en parte, por la falta de incentivos a coordinar sus actividades con la política espacial y el resto del ecosistema local (Hurtado y Loizou, 2019).

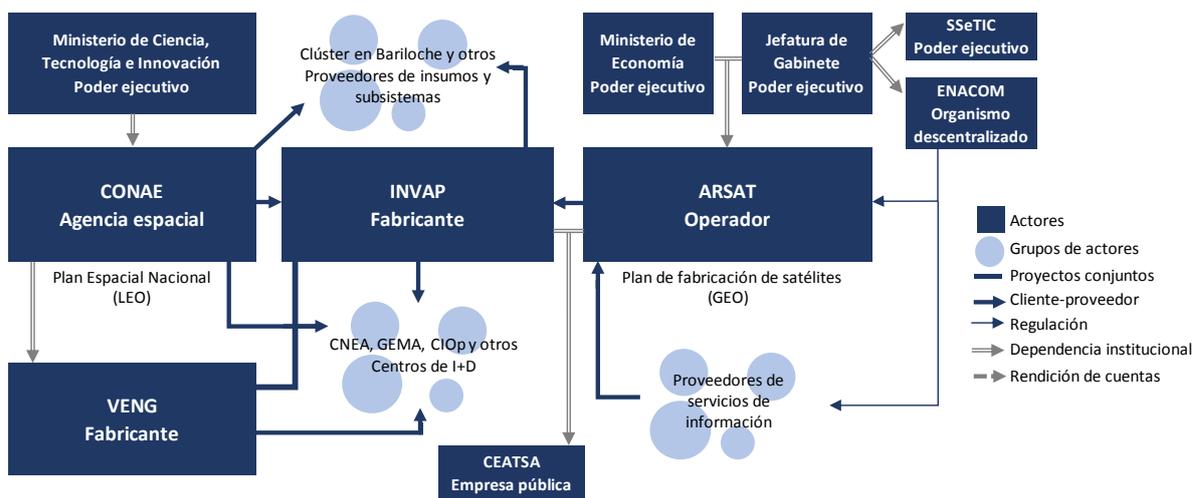
El plan de fabricación de satélites GEO a cargo de ARSAT tiene una dimensión relevante en cuanto a la vinculación con otros actores. Estos satélites ocupan

⁸ Ley de Desarrollo de la Industria Satelital (27.208)

posiciones orbitales geoestacionarias (POG) que son gestionadas ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). El organismo local a cargo de la gestión de POG ante la UIT es la SSeTIC, con el cual ARSAT naturalmente debería interactuar de modo de que exista una coordinación entre la solicitud de POG y la disponibilidad de satélites para ocuparlas. En este punto, Pascuini (2020) ha señalado que los retrasos registrados en el plan de fabricación han puesto en riesgo la disponibilidad de las POG.

A modo de resumen, la figura 2 presentan los principales actores y vínculos del sistema institucional del sector espacial argentino.

Figura 2. Principales actores y vínculos del sistema institucional argentino



Fuente: Elaboración propia.

5. Sistema institucional del sector espacial indio

La agencia espacial india se denomina Indian Space Research Organisation (ISRO), y depende institucionalmente del Departamento del Espacio (DOS), que a su vez depende directamente del Primer Ministro. El DOS establece el presupuesto de ISRO (sujeto a la posterior aprobación del Parlamento), tiene representantes en su directorio y el presidente del DOS es también presidente de ISRO. ISRO se desempeña como centro de I+D, fabricante y operadora: realiza actividades de I+D, participa directamente del diseño, desarrollo y producción de satélites, lanzadores

y segmentos terrenos, y también opera satélites. ISRO está organizada en 12 centros o institutos con instalaciones en distintos puntos del país dedicados a fines específicos, como el desarrollo y fabricación de sistemas de propulsión, la telemetría, etc. Los directores de cada uno de estos centros forman parte del directorio de ISRO.

El Programa Espacial es ejecutado por ISRO, pero la elaboración y supervisión del programa se encuentra a cargo de la Comisión Espacial, ante quien ISRO debe rendir cuentas y que responde directamente al Primer Ministro (Deloitte, 2010). En términos de mecanismos de control, el Poder Ejecutivo debe dar cuenta de las actividades de estos tres organismos espaciales (ISRO, DOS y la Comisión Espacial) ante el Parlamento, quien está a cargo de aprobar tanto el presupuesto de la agencia como el del DOS. Para ello, el Ministerio de Personal, Reclamos Públicos y Pensiones debe exponer y responder preguntas relacionadas al desempeño de estos organismos espaciales cada cuatro meses ante el Parlamento. Finalmente, el DOS realiza un informe anual para el público general, en donde se exponen los principales avances, perspectivas, recursos utilizados, entre otros (DOS, 2020).

353

Entre los centros de I+D se encuentran cinco laboratorios que dependen institucionalmente del DOS⁹. Uno de ellos es el SCL, que se destaca por haber realizado desarrollos en semiconductores, principal cuello de botella de la fabricación de satélites en India (Krishnan y Pramanik, 2020). Actuando como centros de I+D también se encuentran universidades especializadas, que participan en la generación de conocimiento del sector tanto en investigación aplicada como ciencia básica.

Respecto a los fabricantes, en primer lugar aparece ISRO, que en su rol de fabricante está encargada de desarrollar la tecnología satelital (OECD, 2019), integra satélites (incluyendo geoestacionarios), lanzadores y segmentos terrenos completos y es el único actor que realiza las etapas de diseño, ensayos y lanzamiento. Dado que ISRO es tanto fabricante como agencia espacial, no solo

⁹ IIST, PRL, NARL, NE-SAC y SCL.

tiene adjudicada la fabricación de satélites del programa espacial, sino que es responsable de ejecutarlo en su totalidad. Si bien ISRO es el principal actor en lo que refiere a la fabricación, en los últimos años otras empresas han comenzado a participar en la integración de satélites completos (Bagla, 2020). Tal es el caso de Bharat Electronics (bajo control del Ministerio de Defensa) y Tata Advanced Systems (privada¹⁰), aunque ambas empresas se desempeñan principalmente en otras industrias, como la defensa o la aeronáutica.

Otro de los vínculos de ISRO consiste en transferir tecnología a industrias espaciales y no espaciales indias (ISRO, 2020), con el fin de mejorar la competitividad del sector privado (Nagendra y Basu, 2016). Adicionalmente, existe una nueva compañía estatal denominada New Space India Ltd. (NSIL), bajo control administrativo del DOS, dedicada a la transferencia de tecnología de ISRO al sector privado y la comercialización de sus servicios de I+D. NSIL obtiene licencias de DOS e ISRO para sublicenciar a la industria, con el objetivo de que las empresas adquieran progresivamente autonomía en la fabricación de componentes, subsistemas y eventualmente satélites pequeños (Kathuria et al., 2019).

354

Los proveedores privados proveen principalmente componentes (Rajagopalan, 2019), con unas pocas corporaciones en condiciones de fabricar subsistemas completos (Nagendra y Basu, 2016). Debido a su importancia como fabricante, ISRO es el principal cliente de estos actores. De hecho, en la ciudad de Bangalore donde se sitúa ISRO ha surgido un grupo de empresas compuesto principalmente por PyMEs que se aglomeraron para ser proveedoras de insumos para ISRO, y luego comenzaron a aprovechar la infraestructura y las capacidades acumuladas para desarrollar otras iniciativas (Rajagopalan, 2019).

Respecto a la operación de satélites, nuevamente ISRO es el actor principal, operando satélites de comunicaciones, de observación de la Tierra, para exploración del espacio con fines científicos y de navegación. La operación de

¹⁰ Tata Advanced Systems es una empresa perteneciente a Tata Group, un grupo con presencia en diez sectores, incluyendo por ejemplo el financiero y la provisión de bienes de consumo.

satélites de telecomunicaciones está dividida entre las actividades operativas, a cargo de ISRO, y su comercialización, que está a cargo de la empresa pública Antrix, radicada en Bangalore. Antrix también provee otros servicios de ISRO como los de lanzamiento (PWC, 2020), pero en el año 2017 la venta de capacidad satelital que explicó el 80% de sus ingresos (OECD, 2019). Es una empresa propiedad del Estado y bajo control administrativo del DOS. Cabe mencionar que no existe normativa que exija a Antrix proveer servicios exclusivamente a través de satélites fabricados en India, y de hecho la firma también adquiere satélites extranjeros para prestar servicios que terceriza a ISRO.

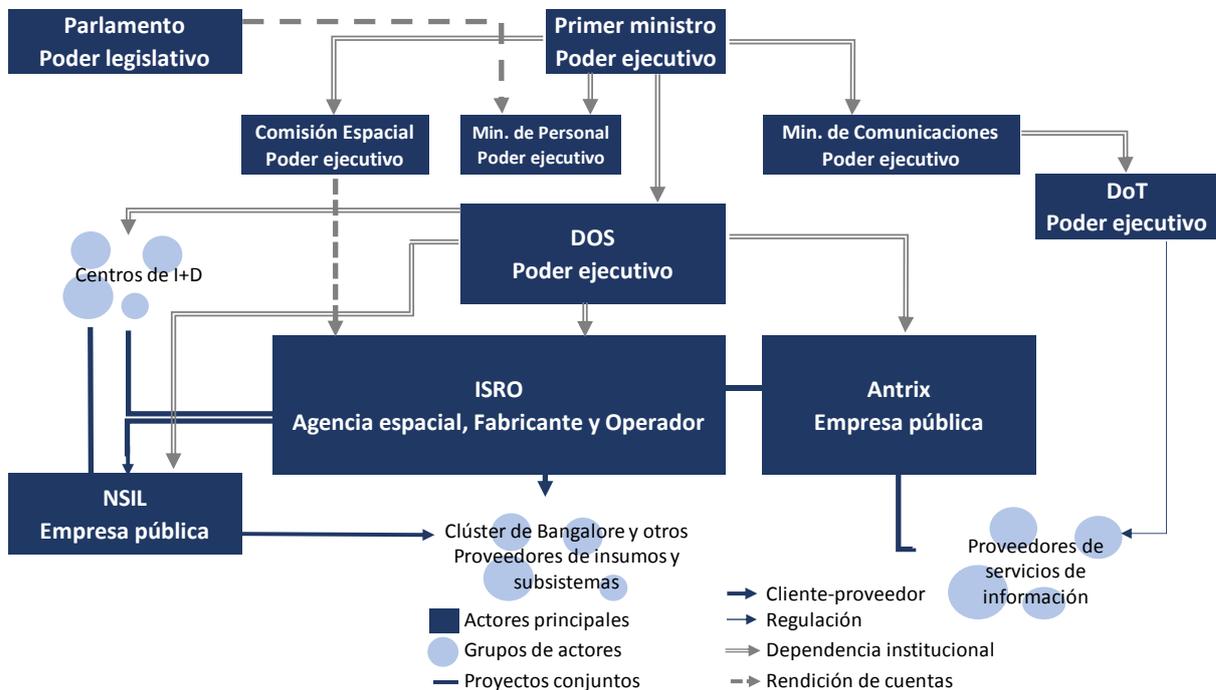
Entre los proveedores de servicios de información se encuentran los proveedores de servicios de telecomunicaciones y los de otros servicios. Uno de los primeros es Antrix, cuya actividad principal en términos de volumen de facturación es la televisión directa al hogar. Los segundos son principalmente organismos gubernamentales que proveen imágenes satelitales para la gestión de desastres y meteorología a través de los satélites de ISRO (PWC, 2020). La información generada por estos satélites podría utilizarse para fines comerciales, lo cual constituiría un vínculo entre ISRO y los proveedores privados de estos servicios satelitales. Sin embargo, como la frecuencia de actualización de las imágenes es baja, su potencial para ser utilizadas para fines comerciales también lo es (Nagendra y Basu, 2016).

En cuanto a la regulación del sector de telecomunicaciones satelitales, la capacidad satelital se gestiona en base a un reglamento elaborado en forma conjunta por el DOS, el Departamento de Telecomunicaciones (DoT) y el Departamento de Ciencia y Tecnología. Por un lado, se establece que solo las empresas indias están autorizadas a operar sistemas de satélites indios. Por el otro, las empresas extranjeras pueden registrar y explotar sistemas de satélites extranjeros en la India, aunque solamente cuando los sistemas indios no puedan satisfacer la demanda local de capacidad satelital. Con esta normativa, en 2012 los operadores internacionales (como SES o Eutelsat) representaron el 54% de la banda ancha satelital utilizada por firmas indias (De Selding, 2012).

Una característica relevante del sistema institucional espacial indio es que el DOS actúa como coordinador de todas las actividades espaciales, siendo que tanto ISRO como Antrix, NSIL y algunos centros de I+D dependen institucionalmente de él. Si bien la coordinación entre los organismos podría verse favorecida por estos vínculos, algunos autores han identificado un conflicto de intereses para que se promueva la industria privada (Livemint, 2017). Siguiendo a Prasad (2016), existirían dos posibles soluciones para resolver estos conflictos de intereses en el sector espacial. Por un lado, el gobierno podría crear un organismo independiente especializado en la supervisión y regulación de las actividades espaciales. Por el otro, podría reformularse la función de ISRO retirándola tanto de la fabricación como de los segmentos aguas abajo. Esto buscaría que el Estado mantenga su posición como principal innovador, al mismo tiempo que permite el desarrollo del sector privado en el resto de la cadena (Prasad, 2016). Esta visión contrasta con la que respalda la existencia de NSIL, según la cual es necesario un aumento progresivo de la autonomía del sector privado a través de la transferencia de tecnología.

La figura 3 ilustra los distintos actores mencionados en esta sección y los vínculos entre ellos.

Figura 3. Principales actores y vínculos del sector espacial indio.



Fuente: Elaboración propia.

6. Sistema institucional del sector espacial israelí

La agencia espacial israelí es la Israel Space Agency (ISA), dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Espacio, y está a cargo del diseño y ejecución programa espacial con fines civiles. La ISA tiene entre sus objetivos la promoción del desarrollo de sus proveedores y clientes, y la generación de conocimiento en ámbitos académicos (ISA, 2013). Su dirección general está conformada por un presidente y un director general que deben reportar un informe anual de avances y gastos al Ministerio, que es el encargado de destinar el presupuesto a la agencia. La ISA ha llevado adelante numerosas misiones científicas (bajo la serie Techsar), y comerciales de observación de la Tierra (serie EROS) y de telecomunicaciones (serie AMOS), la mayoría de cuyos satélites ha sido fabricada por actores locales.

Mientras que la ISA lleva adelante el programa espacial con fines civiles, existe también un programa espacial con fines militares a cargo del Ministerio de Defensa. El ministerio depende del Primer Ministro y además de administrar la

actividad espacial con fines militares también opera satélites con dichos fines, como la flota de satélites Ofek (satélites de observación). La ISA se encuentra estrechamente vinculada al Ministerio de Defensa, dado que este adapta los desarrollos de la ISA para utilizarlos con fines militares, al igual que la ISA dispone de un presupuesto especial para adaptar los desarrollos militares encomendados por el Ministerio para usos comerciales (De Selding, 2015). En la última década, Israel ha atravesado un proceso de reevaluación de sus políticas en el sector espacial, dándole mayor prioridad al programa espacial civil (Paikowsky, Zoulay y Ben-Israel, 2020), luego de que un informe identificara la insuficiencia de inversiones en el programa como un obstáculo para la competitividad del sector (Paikowsky y Levi, 2010).

Respecto a los Centros de I+D, en el caso de Israel se destaca el rol de las universidades públicas, dependientes del Ministerio de Educación. Una de ellas es el Instituto Tecnológico Technion, que en 1998 se convirtió en una de las pocas universidades en el mundo en desarrollar, fabricar y poner en órbita un satélite mediante el proyecto TechSat, con apoyo de la ISA. Además, en el marco del Instituto se creó una iniciativa¹¹ con la finalidad de desarrollar satélites miniaturizados con el apoyo de la empresa Israel Aerospace Industries (en adelante, IAI). Otra universidad con actividades de I+D en el sector es la Universidad de Tel Aviv, cuyos estudiantes han llevado a cabo el telescopio TAUVEEX con el apoyo de empresas locales y en cooperación con la ISA (Paikowsky y Ben-Israel, 2009). Respecto a otros Centros de I+D, el Ministerio de Defensa tiene su propio programa para fomentar la participación de científicos y coordinar esfuerzos entre ciencia e industria, mediante su Dirección para Investigación y Desarrollo para Defensa (DDR&D) (Harvey et al., 2011). La DDR&D realiza proyectos en conjunto con las dos universidades mencionadas, entre otras, para realizar actividades de I+D en el sector espacial.

La fabricación de los satélites israelíes se concentra principalmente en Israel Aerospace Industries (IAI), que cuenta con capacidad para integrar satélites

¹¹ Asociación de Nano Satélites de Israel (INSA).

geoestacionarios. Se trata de una empresa propiedad del Estado bajo la órbita del Ministerio de Defensa, dedicada principalmente a actividades vinculadas a la defensa, entre las que se encuentra la producción de armamento, sistemas de defensa y radares. En el año 2017, el Estado israelí representó aproximadamente un 23% de la facturación de la empresa, por fabricaciones generalmente destinadas a fines militares a cargo del Ministerio de Defensa (IAI, 2017). Las capacidades tecnológicas y los conocimientos adquiridos en el sector aeronáutico y otras aplicaciones militares, le permitieron a la IAI fabricar los primeros satélites y lanzadores de la industria israelí. Todos los satélites que figuran al día de hoy en el programa espacial de la ISA han sido desarrollados, al menos en parte, por la IAI, y también es la principal contratista en la fabricación de satélites para el Ministerio de Defensa. El financiamiento de los proyectos que la ISA lleva adelante junto a la IAI usualmente son cofinanciados por esta última mediante sus ingresos por actividades comerciales (De Selding, 2015), incluso en proyectos con fines no comerciales.

El directorio de IAI se encuentra conformado por representantes de distintas áreas de gobierno (Defensa, Finanzas, Transporte, Industria y Comercio), así como otros miembros externos a la dirigencia política. Entre estos últimos se encuentran aquellos que responden a las leyes vigentes sobre el manejo de empresas públicas en Israel, que también estipula la existencia de un comité especializado encargado de auditar la actividad en la empresa. Adicionalmente, la empresa está bajo supervisión de la Autoridad de Empresas Gubernamentales (IAI, 2017), la autoridad nacional encargada de supervisar la actividad de las empresas del Estado dependiente del Ministerio de Justicia. Cabe resaltar que un sistema parlamentario como el de Israel otorga mayor independencia a los distintos ministerios, en la medida en que pueden encontrarse bajo el control de distintos partidos dentro de la coalición de gobierno.

Respecto a sus vínculos con centros de I+D, la IAI brinda apoyo, por sí misma y a través de sus subsidiarias, a proyectos científicos y emprendimientos en diversas áreas de alta tecnología, como artículos de electrónica avanzada para defensa (radares, sensores y sistemas de comunicación) o servicios ligados a la

aeronáutica. A través de este apoyo, en el caso del sector espacial, la IAI busca favorecer nuevos desarrollos y la investigación, reforzando la vinculación entre los distintos actores (Harvey et al., 2011).

Entre los proveedores de componentes y subsistemas, cuyo crecimiento reciente ha sido significativo (IAI, 2019), se encuentran las empresas Rafael Advanced Defense Systems y Elbit Systems, con quienes la IAI realiza proyectos conjuntos. Rafael es una empresa de propiedad estatal afiliada al Ministerio de Defensa, que se dedica a la I+D para armamento y plataformas de combate. En los primeros años de la década de 1980, Rafael y IAI compitieron por quién se convertiría en la principal contratista para el desarrollo de los primeros satélites solicitados por el Ministerio de Defensa (Paikowsky y Ben-Israel, 2009). Actualmente, si bien Rafael fabrica microsátélites para usos civiles y militares, su principal actividad en el sector espacial consiste en producir componentes y subsistemas satelitales, en particular subsistemas de propulsión eléctrica. Por su parte, Elbit Systems es una empresa privada dedicada a sistemas y estructuras para la defensa, entre los que se encuentran componentes espaciales. Por último, cabe mencionar el clúster de alta tecnología denominado “Silicon Wadi”, donde se ubican los principales proveedores de componentes y subsistemas, así como también las universidades mencionadas, la ISA y la IAI.

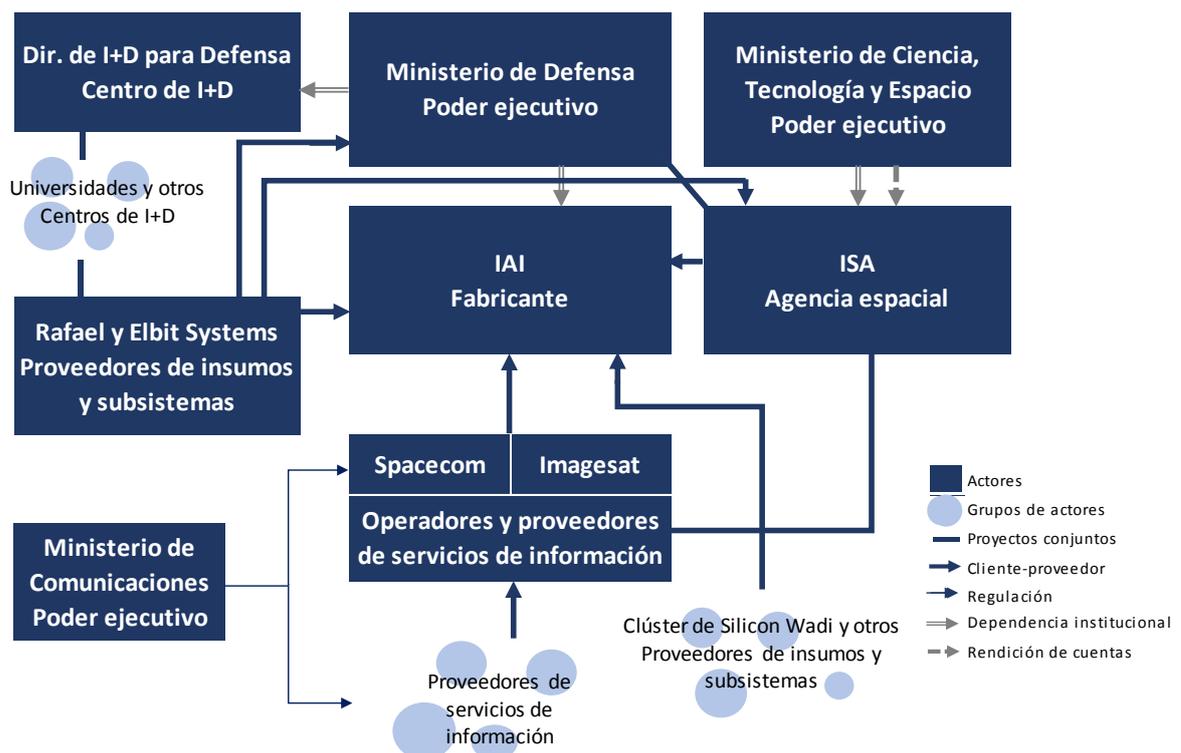
360

Como operadores y proveedores de servicios de información se encuentran dos actores que operan gran parte de la flota de satélites de Israel y que surgieron mediante financiamiento de la IAI (Harvey et al., 2010): Spacecom e Imagesat International. Estas dos empresas operan las flotas destinadas a telecomunicaciones y transmisiones, y los servicios de imágenes de alta resolución respectivamente. Spacecom surgió en 1993 como empresa mixta, cuya principal accionista era precisamente la IAI, con la participación de otras tres empresas privadas. En el año 2005 comenzó a cotizar en la bolsa de Tel Aviv, pasando su control a manos privadas. Por otro lado, en los orígenes de Imagesat International nuevamente aparece la IAI como principal accionista de la empresa, que buscaba reforzar la comercialización de los servicios de sus satélites. En el año 2018 IAI vendió la mayor parte de su posición a la empresa privada FIMI, según sus

autoridades de acuerdo a la estrategia para forjar y reforzar vínculos con entidades privadas del sector espacial alrededor del mundo y potenciar las habilidades de las empresas locales (Cohen y Azulai, 2017).

Ninguno de los operadores está obligado por normativa a utilizar satélites provistos por la IAI, aunque de hecho concentran la mayoría de sus actividades en las series de satélites AMOS (Spacecom) y EROS (Imagesat). Además de ofrecer capacidad satelital para otros proveedores de servicios satelitales como Gilat Telecom, las empresas proveen estos servicios directamente agregando valor a esta capacidad. La regulación de los servicios de telecomunicaciones satelitales está a cargo del Ministerio de Comunicaciones. La figura 4 resume el sistema institucional espacial en Israel.

Figura 4. Sistema institucional del sector espacial israelí



Fuente: Elaboración propia.

7. Asimetrías entre los sistemas institucionales

En esta sección se identifican asimetrías entre los sistemas institucionales de los tres casos de estudio. Las dimensiones de comparación incluyen los mecanismos de rendición de cuentas respecto al programa o plan espacial, el vínculo entre las agencias y los fabricantes, la dependencia institucional de los operadores y la regulación de los proveedores de servicios de información.

Un primer punto refiere a la responsabilidad sobre el diseño y ejecución de los programas o planes espaciales, que tanto Argentina como Israel han concentrado en sus agencias espaciales. En el caso de India, en cambio, la responsabilidad sobre el programa espacial está segmentada: el diseño está a cargo de la Comisión Espacial, mientras que la agencia (ISRO) lo ejecuta y rinde cuentas por ello ante la Comisión. Otra particularidad de este último país es la existencia del DOS, un organismo especializado del cual dependen institucionalmente la agencia, y también las otras empresas públicas del sector espacial como Antrix (dedicada a los servicios de información) y NSIL (transferencia tecnológica). La agencia india, a su vez, se desempeña también como fabricante y operadora. De esta manera, bajo la órbita del DOS se concentran actores espaciales de todos los tipos caracterizados en la metodología, lo cual facilita la coordinación.

Se han identificado distintos mecanismos de control y rendición de cuentas para los programas o planes espaciales. En primer lugar, a diferencia de los otros dos países, en Israel se encuentra un comité especializado en el sector espacial creado para auditar al fabricante público. Por su parte, en India el Poder Ejecutivo en su conjunto debe rendir cuentas por las actividades espaciales ante el Parlamento periódicamente. Como se ha señalado, en este caso especialistas han sugerido la creación de un organismo especializado que supervise la actividad espacial (Prasad, 2016), similar al existente en Israel. En Argentina, el poder legislativo delega en la agencia la responsabilidad de ejecutar el Plan Espacial Nacional, pero no se encuentran instituciones que establezcan una rendición de cuentas periódica por los avances en el plan espacial, que de hecho ha registrado retrasos e incumplimientos. Por otro lado, el poder legislativo también aprobó por ley un

plan para la fabricación de satélites geoestacionarios. La ley no cuenta con reglas específicas de *enforcement* que garanticen el cumplimiento del plan o de las revisiones periódicas previstas por la ley, y también ha registrado incumplimientos desde su sanción en 2015. Si bien los incumplimientos no pueden explicarse exclusivamente por factores institucionales, sino también a decisiones de política pública y la priorización (o no) de la continuidad de los proyectos en un marco de restricción de recursos, modificaciones en las reglas de juego podrían contribuir a que los proyectos de mediano plazo no se vean discontinuados ante cambios en otras dimensiones.

Otro punto de comparación en el que se identificaron asimetrías es el vínculo entre las agencias y los fabricantes. En caso de Argentina, la agencia dispone de su presupuesto para financiar el desarrollo y producción de los satélites de sus misiones, cuyo principal contratista es INVAP. En cambio, en Israel, además del financiamiento propio de la agencia, el fabricante cofinancia mediante sus ingresos por otras actividades el desarrollo de satélites encomendados por la agencia. En India no se presenta esta distinción porque la agencia es a la vez fabricante, por lo que se financia tanto por la venta de sus bienes y servicios como por el presupuesto público que tiene asignado.

Respecto a los directorios de los fabricantes en poder del sector público con capacidad de integrar satélites geoestacionarios, el de la IAI israelí cuenta con la presencia de directores externos a la empresa y al ministerio del cual esta depende. Esta característica responde a la legislación sobre el manejo de empresas públicas, con el objetivo de controlar posibles conflictos de intereses. En el caso de INVAP en Argentina, también se encuentra que dos de los directores no son internos a la empresa ni elegidos por sus propietarios (la Provincia de Río Negro), sino que provienen de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Que cuatro de los 7 directores sean nombrados por el gobierno provincial también distingue a INVAP de los fabricantes en India e Israel, que dependen de entidades nacionales. De hecho, esto también la diferencia tanto de la agencia como del operador argentinos, e incluso de otras empresas públicas argentinas, que también dependen de organismos nacionales. En cambio, la ISRO india no cuenta con

directores externos, sino que su directorio es en parte nombrado por el DOS y en parte responde a la lógica interna de cada uno de los centros e institutos que la conforman.

Otro aspecto interesante que se desprende de comparar las otras actividades que son realizadas por los fabricantes. Mientras que el fabricante indio se dedica exclusivamente al sector espacial, los otros dos integradores relevados se destacan por haber diversificado sus áreas de negocio, tanto dentro de la empresa como por sus subsidiarias. La argentina INVAP participa de otras áreas de alta tecnología como la de radares y tiene subsidiarias en actividades como la agricultura. La IAI israelí produce para la industria armamentística, lo cual está vinculado a sus orígenes como empresa dedicada a la producción con fines militares, y al igual que INVAP también produce radares. En lo que respecta a actividades espaciales IAI e INVAP actúan exclusivamente como fabricantes, mientras que la ISRO india, como ya se ha mencionado, también realiza la operación, provee servicios de lanzamiento y es la agencia espacial.

Se ha señalado la posibilidad de que la presencia de la ISRO india en distintos eslabones de la cadena de valor implique un conflicto de intereses para el desarrollo del sector privado, algo que se repite en el caso de Argentina, donde ARSAT compite con los proveedores de servicios de información. Cabe mencionar que la provisión de servicios de información por parte de los operadores se repite en los tres países.

En los tres casos han emergido clústers de proveedores de componentes y subsistemas en torno a los fabricantes. En términos de políticas respecto a estas redes de proveedores, en India se ha establecido una empresa pública (NSIL) con el objetivo de facilitar la transferencia de tecnología del fabricante a los proveedores. También se ha señalado que la IAI israelí y sus subsidiarias brindan apoyo a proveedores espaciales, mientras que el Ministerio de Defensa fomenta la interacción entre los centros de I+D y la industria. En Argentina no existe un actor dedicado específicamente a la transferencia de tecnología, aunque la agencia lleva a cabo proyectos en conjunto con estos proveedores.

Un punto relevante en el que se han encontrado asimetrías consiste en la dependencia institucional de los operadores. En Israel, el fabricante ha sido accionario mayoritario de los operadores, que actualmente están bajo control del sector privado. En India la capacidad satelital es operada por ISRO y comercializada por una empresa pública específicamente dedicada a ese fin, Antrix, ambas institucionalmente dependientes del DOS. En Argentina, que comparte con India el hecho de que su operador se encuentra bajo control del sector público, este no se encuentra vinculado a la agencia, y de hecho depende institucionalmente de otro organismo, la Jefatura de Gabinete. Como se ha señalado, dado que en Argentina el operador está a cargo de los satélites de telecomunicaciones y la agencia de los de observación, esta desvinculación da origen a una estructura bicéfala en el sistema institucional (López et al., 2017). Esta estructura no se repite en la India, donde el DOS fija una estrategia única en el marco de la cual articula con todos los actores del sistema institucional. El sistema institucional de Israel contó con una estructura centralizada mientras los operadores dependieron del fabricante público, que a su vez depende de la agencia espacial, pero esta estructura se vio modificada al pasar los operadores a manos privadas.

365

Tanto en el caso de Argentina como en el de India se han identificado conflictos en torno a la regulación de la provisión de servicios de información. En Argentina, por ejemplo, no se cumple la independencia entre el ente regulador (SSETIC) y una de las empresas reguladas (ARSAT), debido a que ambos dependen institucionalmente de la Jefatura de Gabinete. En India, el organismo que regula las telecomunicaciones (DoT) es propietario de empresas proveedoras de servicios de información. En Israel tampoco se cumplió la independencia mientras los proveedores de servicios de información se encontraron bajo control del sector público¹², pero la situación cambió al pasar estos a manos privadas.

¹² Aunque bajo un ministerio distinto al del organismo regulador.

8. Reflexiones finales

Este trabajo ha analizado los sistemas institucionales del sector espacial de Argentina, India e Israel, tres casos de estudio en los que existe un fabricante bajo control del sector público que posee capacidades tecnológicas para producir satélites geoestacionarios de telecomunicaciones. La estrategia metodológica permitió identificar los distintos actores y su vinculación en cada sistema, echando luz sobre las reglas bajo las cuales interactúan y las asimetrías entre los tres sistemas institucionales. Se han identificado diferentes esquemas público-privados para la operación de satélites, esquemas de vinculación entre entes reguladores y empresas reguladas, esquemas de transferencia tecnológica de empresas públicas dedicadas al sector privado, y diversificación de áreas tecnológicas en las que operan los fabricantes de satélites bajo control del estado, entre otras asimetrías.

Una de ellas es el grado en que un actor concentra bajo su dependencia al resto de los actores espaciales públicos. Tanto en Argentina como en Israel, la responsabilidad sobre el diseño y ejecución de los programas o planes espaciales se encuentra concentrada en sus agencias espaciales, mientras que en India está segmentada en distintas entidades gubernamentales. El costo en términos de coordinación que podría tener la ausencia de un actor que establezca una visión que contemple a todas las actividades del sector, como en el caso de Argentina, contrasta con un esquema donde un actor se vincula con todos los actores espaciales del sistema institucional, como en el caso de India. Como contraparte, un mayor grado de vinculación entre los actores podría generar potenciales conflictos de intereses para el surgimiento de nuevos actores.

Respecto a mecanismos de rendición de cuentas, en Israel se encuentra un comité especializado en el sector espacial, en India el Poder Ejecutivo en su conjunto rinde cuentas por las actividades espaciales ante el Parlamento periódicamente, mientras que en Argentina no se encuentran instituciones que establezcan una rendición de cuentas periódica por los avances en el plan espacial. Dado que el mismo fue aprobado por ley, un mecanismo de rendición de cuentas ante el

Congreso podría haber contribuido a que ARSAT cumpliera con la revisión del plan en 2018, y consecuentemente con su cumplimiento.

Se han identificado casos donde se verifica una ausencia de mecanismos de rendición de cuentas y transparencia, que alineen los incentivos hacia el desarrollo del sector. Una rendición de cuentas eficaz contribuye, a su vez, a un mayor grado de estabilidad en los programas o planes espaciales. En particular, pueden contribuir a que los actores responsables de garantizar los recursos cumplan con sus compromisos, algo que toma particular relevancia en un sector que depende en gran medida de la planificación de mediano plazo.

Otras asimetrías residen en la dependencia institucional de los operadores, que pueden estar vinculados a la agencia o desvinculados de ella. Las agencias mismas realizan actividades de operación, y en el caso de Israel existen también operadores privados. Los fabricantes, por su parte, tienen distinto rol dentro del sector espacial, y en algunos casos cuentan con actividades fuera de él. Los fabricantes de Israel y Argentina cuentan con directores externos, mientras que en la India son internos; y en Argentina algunos responden al gobierno provincial en vez de al nacional. Además, en los tres casos se verificó la presencia de clústers de proveedores, y se encontraron diferencias institucionales en las modalidades de transferencia tecnológica hacia ellos. Finalmente, en los casos de India y Argentina se encontraron posibles conflictos en la institucionalidad de la regulación de la provisión de servicios de información.

Entre los límites de la estrategia metodológica utilizada se encuentra que, si bien los resultados de este trabajo corresponden a un momento dado, los vínculos entre los actores y los propios actores cambian en el tiempo. Por tanto, futuras investigaciones podrían indagar en la evolución de los sistemas institucionales en el tiempo. La metodología utilizada en este trabajo también podría ser extendida a otros casos de mayor desarrollo en el sector como Rusia y China, u otros países próximos a alcanzar capacidades tecnológicas aquí utilizadas como criterio de selección de casos (e.g. Turquía).

Por otro lado, como se ha señalado en el marco teórico, el sistema institucional comprende tan solo una de las múltiples dimensiones que componen al sistema nacional de innovación, entre las que podría destacarse la orientación política de los tomadores de decisiones y su visión sobre el desarrollo productivo, o los aspectos geopolíticos asociados a tecnologías de uso dual (civil o militar). Una comprensión acabada del sistema de innovación del sector requiere, por lo tanto, incorporar al análisis estas dimensiones y su interacción con la institucional.

¿Cómo se cita este artículo?

ÁLVAREZ, V. (2021). Sistema institucional del sector espacial: una comparación entre Argentina, India e Israel. *Argumentos. Revista de crítica social*, 24, 334-376. [link]

Bibliografía

Abhijeet, K. (2016). Development of National Space Law for India. *Astropolitics*, 14(2-3), 185-202. doi:10.1080/14777622.2016.1239239

Acuña, C. y Chudnovsky, M. (2013). Cómo entender a las instituciones y su relación con la política: lo bueno, lo malo y lo feo de las instituciones y los institucionalismos. En C. Acuña (Comp.), *¿Cuánto importan las instituciones? Gobierno, estado y actores en la política argentina* (pp. 19-70). Siglo XXI.

Adam, S. y Kriesi, H. (2010). El enfoque de redes. En P. Sabatier (Ed.), *Teorías del proceso de las políticas públicas* (pp. 23-94). Proyecto de Modernización del Estado, Jefatura de Gabinete de Ministros de la Nación.

Bagla, P. (2020). ISRO's love-hate relationship with private sector. A look back at history. *Financial Express*. <https://www.financialexpress.com/opinion/isros-love-hate-relationship-with-private-sector-a-look-back-at-history/1970400/>

Balogh, W. (2011). Capacity building in space technology development: A new initiative within the United Nations programme on space applications. *Space Policy* 27(3), 180-183. doi:10.1016/j.spacepol.2011.04.014

Blinder, D. (2015a). Argentina space: Ready for launch. *Space & Defense Journal*, 8(1), 34-46.
https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=30685&articulo_s=yes&detalles=yes&art_id=6897976

Blinder, D. (2015b). Hacia una política espacial en la Argentina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 10(29), 65-89.
http://www.revistacts.net/files/Volumen_10_Numero_29/FINAL/BlinderFINAL.pdf

Blinder, D. (2016). El vínculo entre Tecnología y Relaciones Internacionales: Un primer abordaje y las proyecciones sobre el poder en el mundo. *Revista Argentina de Sociología*, 11(19), 60-81.

Blinder, D. (2017). Orden Mundial y tecnología. Análisis institucional desde la perspectiva geopolítica en la semiperiferia: La tecnología espacial y de misiles en Argentina y Brasil. *Geopolítica(s). Revista de Estudios sobre Espacio y Poder*, 8(2), 177-202. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/74929>

Blinder, D. y Hurtado de Mendoza, D. (2019). Satélites, territorio y cultura: ARSAT y la geopolítica popular. *Revista Transporte y Territorio*, (21), 6-27.
<https://doi.org/10.34096/rtt.i21.7144>

Chanlat, J.-F. (2019). Antropología de las organizaciones. *Revista del Centro de Estudios de Sociología del Trabajo* (11), 18-39.
<https://ojs.econ.uba.ar/index.php/CESOT/article/view/1539>

Chesnais, F. (2010). National Systems of Innovation, Foreign Direct Investment and the Operations of Multinational Enterprises. En B. Lundvall (Ed.), *National Systems of Innovation: toward a theory of innovation and interactive learning* (pp. 259-292). Anthem Press.

Cimoli, M., Dosi, G., Nelson, R., & Stiglitz, J. E. (2010). Institutions and policies in developing economies. En B. A. Lundvall, K. J. Joseph, C. Chaminado & J. Vang, *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries*. Edward Elgar Publishing.

Cohen, O. y Azulai Y. (6 de noviembre de 2017). Israel Aerospace Industries will keep the rest of the shares of the satellite photography company. *Globes*. <https://en.globes.co.il/en/article-fimi-to-invest-40m-for-536-of-imagesat-1001210584>

Comisión Nacional de Actividades Espaciales. (2020). Plan Espacial Nacional. <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/plan-espacial>

De León, P. (2018). *Historia de la actividad espacial en Argentina*. Lenguaje Claro.

De Selding, P. B. (5 de Abril de 2012). Satellite Fleet Operators Protest Indian Tax Proposal. *Space News*. <https://spacenews.com/satellite-fleet-operators-protest-indian-tax-proposal/>

De Selding, P. B. (5 de octubre de 2015). Q&A with Isaac Ben-Israel, Chairman of the Israel Space Agency. *Space News*. <https://spacenews.com/qa-with-isaac-ben-israel-chairman-of-the-israel-space-agency/>

De Selding, P. B. (9 de junio de 2016). Satellite operators give negative reviews of Indian regulator's satellite-TV proposal. *Space News*. <https://spacenews.com/satellite-operators-give-negative-reviews-of-indian-regulators-satellite-tv-proposal/>

Deloitte. (Agosto de 2010). *Overview of Indian Space Sector*. World Space Biz. https://www.sac.gov.in/SAC_Industry_Portal/publication/media/article/Indian_Space_Sector_2010.pdf

Dennerley, J. (2016). Emerging space nations and the development of international regulatory regimes. *Space Policy*, 35, 27-32. doi:10.1016/j.spacepol.2016.02.003

Department of Space. (2020). *Annual Report 2019-2020*. DOS, Government of India. https://www.isro.gov.in/sites/default/files/flipping_book/annual_report_2019-20_english/index.html

Drewes, L. (2014). *El sector espacial argentino: Instituciones referentes, proveedores y desafíos*. ARSAT.

Edquist, C. (2004). Systems of innovation: perspectives and challenges. En J. Fagerberg, D. Mowery y R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press.

Ercan, C. & Kale, I. (2017). Historical space steps of Turkey: It is high time to establish the Turkish space agency. *Acta Astronautica*, 130, 67-74.

Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics* 19(1), 5-24.

Frenkel, A. y Blinder, D. (2020). Geopolítica y cooperación espacial: China y América del Sur. *Desafíos*, 32(1), 1-30. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/desafios/a.7669>

371

Guaipatin, C. y Schwartz, L. (2014). *Ecuador: análisis del Sistema Nacional de Innovación: hacia la consolidación de una cultura innovadora*. BID.

Harvey, B., Smid, H. & Pirard, T. (2010). *Emerging space powers: the new space programs of Asia, the Middle East and South-America*. Springer.

Hurtado, D. y Loizou, N. (2019). Desregulación de sectores estratégicos en contexto semiperiférico: las comunicaciones satelitales en la Argentina, 1991-2003. *América Latina en la Historia Económica*, 26(1), 1-24. <https://doi.org/10.18232/alhe.939>

Israel Aerospace Industries. (2017). *Sustainability Report*. <https://www.iai.co.il/drupal/sites/default/files/2019-04/2017%20Sustainability%20Report.pdf>

Israel Aerospace Industries. (2019). *Ratings Direct*. S&P.
<https://www.iai.co.il/drupal/sites/default/files/2020-08/Company%20Ratings%20Aug-2020%20%28EN%29.pdf>

Israel Aerospace Industries. (2019). *Sustainability Report*.
<https://www.iai.co.il/drupal/sites/default/files/2020-03/2019%20Sustainability%20Report.pdf>

Israel Space Agency. (2013). *Israel Celebrates Space*. ISA.

Israel Space Agency. (2013). *Vision, Objectives, Activities*.
<https://www.unoosa.org/pdf/pres/stsc2013/tech-63E.pdf>

Indian Space Research Organisation. (2020). *Annual Report 2019-2020*.
Government of India, Department of Space.
https://www.isro.gov.in/sites/default/files/flipping_book/annual_report_2019-20_english/index.html

Johnson, B. (2010). Institutional learning in a period of radical technical change. En B. A. Lundvall (Ed.), *National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning* (pp. 43-46). Anthem Press.

Kathuria, R., Kedia, M., Kukreja, P. & Krishna, U. (2019). *Liberalising Satellite Communications in India: Opportunities for Enhanced Economic Growth*. BIF.

Khan, A. & Sadeh, E. (2019). Introduction: Space Power and Security Trilemma in South Asia. *Astropolitics*, 17(1), 1-3. doi:10.1080/14777622.2019.1589996

Krishnan, R. & Pramanik, A. (21 de agosto de 2020). India's lack of electronics manufacturing ecosystem is hurting Isro's space plans. *The Economic Times*.
<https://economictimes.indiatimes.com/news/science/indias-lack-of-electronics-manufacturing-ecosystem-is-hurting-isros-space-plans/articleshow/73182823.cms?from=mdr>

Lele, A. (2016). Power Dynamics of India's Space Program. *Astropolitics*, 14(2-3), 120-134. doi:10.1080/14777622.2016.1237212

León, M. y Muñoz, C. (2019). Guía para la elaboración de estudios de caso sobre la gobernanza de los recursos naturales. CEPAL.

Livemint. (21 de febrero de 2017). Why Isro has a legacy of success. *Mint*.
<https://www.livemint.com/Opinion/f1dGgWXkdfQVnYk018BaXK/Why-Isro-has-a-legacy-of-success.html>

López, A. (1996). Las ideas evolucionistas en economía: una visión de conjunto. *Revista Buenos Aires Pensamiento Económico*, 1(1).

López, A., Pascuini, P. y Alvarez, V. (2021). *Integración local y derrames tecnológicos en el sector espacial argentino: situación y potencialidades* (Documento de Trabajo N° 8). Consejo para el Cambio Estructural, Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

López, A., Pascuini, P. y Ramos, A. (2017). Al infinito y más allá: una exploración sobre la economía del espacio en la Argentina. *Serie Documentos de Trabajo del IIEP*, (17), 1-61.

López, A. y P. Pascuini (2018). Institucionalidad y cambio tecnológico en las telecomunicaciones satelitales argentinas. *Serie de documentos de trabajo del IIEP* (30), 3-42.

López, A., Pascuini, P. y Ramos, A. (2018). Climbing the Space Technology Ladder in the South: the case of Argentina. *Space Policy* 46, 53-63.
<https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2018.06.001>

Lundvall, B. A. (2010). Introduction. En B. A. Lundvall (Ed.), *National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning* (pp. 1-20) Anthem Press.

Nagendra, N. P. & Basu, P. (2016). Demystifying space business in India and issues for the development of a globally competitive private space industry. *Space Policy*, 36, 1-11.

Nair, K. (2016). The Challenge of Indian National Space Policy. *Astropolitics*, 14(2-3), 177-184. doi:10.1080/14777622.2016.1242029

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (1997). *National Innovation Systems*. OECD.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2012). *OECD Handbook on Measuring the Space Economy*. OECD.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2014). *The Space Economy at a Glance 2014*. OECD.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy. OECD.
<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/c5996201-en/index.html?itemId=/content/publication/c5996201-en&csp=ffe5a6bbc1382ae4f0ead9dd2da73ff4&itemIGO=oecd&itemContentType=book>

374

Oyewole, S. (2017). Space Research and Development in Africa. *Astropolitics*, 15(2), 185-208. <https://doi.org/10.1080/14777622.2017.1339254>

Paikowsky, D. (2007). Israel's space program as a national asset. *Space Policy*, 23(2), 90-96.

Paikowsky, D. & Ben-Israel, I. (2009). Science and technology for national development: The case of Israel's space program. *Acta Astronautica*, 65(9-10), 1462-1470.

Paikowsky, D. & Levi, R. (2010). *Space as a national project – an Israeli space program for a sustainable Israeli space industry, presidential task-force for space activity final report*. Israel Ministry of Science and Technology.

Paikowsky, D. & Ben-Israel, I. (2011). India's Space Program: An Israeli Perspective on Regional Security. *India Review*, 10(4), 394-405.

Paikowsky, D., Zoulay, T. & Ben-Israel, I. (2020). Israel's Approach Towards Space Security and Sustainability. En K.-U. Schrogl (Ed.), *Handbook of Space Security: Policies, Applications and Programs* (pp. 590-598). Springer.

Pascuini, P. (2020). De la acumulación de capacidades tecnológicas a la planificación geostacionaria en la Argentina. *Ciencia y poder aéreo*, 15(2), 53-67.

Prasad, N. (2016). *A policy review towards the development of a space industry ecosystem in India* (Tesis de Maestría). Nalsar University of Law, Hyderabad, India.

PWC. (2020). *Preparing to scale new heights: Enhancing private participation in India's commercial space sector*. <https://www.pwc.in/assets/pdfs/research-insights/2020/preparing-to-scale-new-heights.pdf>

Rajagopalan, R. P. (2019). *India's Space Program. International Competition and Evolution*. IFRI.

Sachdeva, G. (2016). Space Doctrine of India. *Astropolitics*, 14(2-3), 104-119. doi:10.1080/14777622.2016.1237211

Schrogl, K.-U. (Ed.). (2020). *Handbook of Space Security. Policies, Applications and Programs*. Springer. doi:10.1007/978-3-030-23210-8

Serrá, M. y Rus, G. (2017). *ARSAT en la Encrucijada: entre la apertura de cielos, la privatización y el desarrollo de la industria satelital nacional*. OINK.

Suárez, D. (2018). *El enfoque de los sistemas de innovación*. Documento de Trabajo IDEI 2. Universidad Nacional General Sarmiento. <https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2018/09/Suarez-2018.pdf>

Suárez, D. & Erbes, A. (2021). What can national innovation systems do for development? *Innovation and Development*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2021.1935641>

Vera, N. & Guglielminotti, C. (2014). El desarrollo de la tecnología espacial en Argentina y sus posibles aportes a la región. *Letras internacionales*, (180-8). <https://revistas.ort.edu.uy/letras-internacionales/article/view/246>

Vera, N. & Guglielminotti, C. (2018). Potencialidades de la agenda de cooperación sur-sur en tecnología espacial: Entre las proyecciones y las posibilidades para Argentina (2003-2015). *Saber y Tiempo*, 1(2), 77-94.
<http://revistasacademicas.unsam.edu.ar/index.php/syt/article/view/303>

Vera, N., Guglielminotti, C. y Moreno, C. (2015). La participación de la Argentina en el campo espacial: panorama histórico y actual. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 26(51), 371-394.
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/145/14542676014/html/index.html>

Wekerle, T., Pessoa Filho, J. B., Costa, L. & Trabasso, L. G. (2017). Status and Trends of Smallsats and their Launch Vehicles — An Up-to-date Review. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 9(3), 269–286. doi:10.5028/jatm.v9i3.853

Wood, D. & Weigel, A. (2011). Building technological capability within satellite programs in developing countries. *Acta Astronautica*, 69(11-12), 1110-1122. doi:10.1016/j.actaastro.2011.06.008

Wood, D. & Weigel, A. (2012). Charting the evolution of satellite programs in developing countries - The Space Technology Ladder. *Space Policy* 28(1), 15-24. doi:10.1016/j.spacepol.2011.11.001

Wood, D. & Weigel, A. (2013). Technological learning through international collaboration: Lessons from the field. *Acta Astronautica*, 83, 260-272. doi:10.5028/jatm.v9i3.853