



Cáceres, Yamila Noely

Producción de conocimientos y desarrollo de capacidades en Argentina para el dominio de la órbita geoestacionaria. Análisis del caso Nahuelsat S.A. ARSAT S.A. (



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Cáceres, Y. N. (2021). *Producción de conocimientos y desarrollo de capacidades en Argentina para el dominio de la órbita geoestacionaria. Análisis del caso Nahuelsat S.A. ARSAT S.A.* Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes
<http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3448>

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Producción de conocimientos y desarrollo de capacidades en Argentina para el dominio de la órbita geoestacionaria. Análisis del caso Nahuelsat S.A. – ARSAT S.A. (1991-2015)

TESIS DE MAESTRÍA

Yamilia Noely Cáceres

yamilacaceres88@hotmail.com

Resumen

Esta investigación abordó la ocupación de las posiciones orbitales y bandas de frecuencia asignadas a la Argentina por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en 1985. Para ello, se analizó la trayectoria socio-técnica de Nahuelsat S.A. y ARSAT S.A. durante el período 1991-2015.



**PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS Y DESARROLLO DE
CAPACIDADES EN ARGENTINA PARA EL DOMINIO DE LA
ÓRBITA GEOESTACIONARIA. ANÁLISIS DEL CASO
NAHUELSAT S.A. - ARSAT S.A. (1991-2015)**

Presentado por
Yamila Noely CÁCERES

Tesis presentada para la obtención del
título de Magister en Ciencia, Tecnología y
Sociedad

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Facundo PICABEA

CO-DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Andrés RODRÍGUEZ

Bernal

Marzo de 2021



AUTORA:

Yamila Noely CÁCERES

TÍTULO DE LA TESIS:

Producción de conocimientos y desarrollo de capacidades en argentina para el dominio de la órbita geoestacionaria. Análisis del caso Nahuelsat S.A. - ARSAT S.A. (1991-2015)

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Facundo PICABEA

CO-DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Andrés RODRÍGUEZ

Aprobada el: ____ / ____ / ____

JURADOS: nombre y firma

Ing. Matías BIANCHI _____

Dr. Diego AGUIAR _____

Dr. Daniel BLINDER _____

Bernal, de de 2021

Agradecimientos

Esta investigación fue posible gracias al apoyo de varias instituciones -Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes; el Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (IESCT), el CONICET, ARSAT S.A. e INVAP S.E.- y personas a las cuales les debo mi gratitud. Particularmente quiero agradecerle a Facundo Picabea, quien en calidad de director de la presente investigación fue un lector crítico, el cual mediante sus observaciones, preguntas y correcciones enriqueció las perspectivas desde las cuales realicé este trabajo. Al margen de su labor como director, Facundo escuchó mis intereses previos respecto a las ciencias del espacio, me incentivó desde que era una estudiante de grado para que me dedicara a la investigación y propició ello mediante el trabajo conjunto.

En segundo lugar, quiero agradecerle a Andrés Rodríguez por su interés, apertura, predisposición, humildad, tiempo y paciencia cada vez que necesité consultarlo, así como por sus constantes revisiones y comentarios críticos, los cuales fueron fundamentales en el desarrollo técnico de esta investigación. Quiero destacar que el profesionalismo, el entusiasmo y la pasión de Andrés por los proyectos satelitales, aumentaron exponencialmente mi interés en el espacio en general, y en los desarrollos satelitales en particular.

En tercer lugar, quiero agradecer especialmente a mis compañeros de equipo: Florencia Urcelay, Rocío Canetti, Pablo Roig y Juan Cristensen, los cuales escucharon varias exposiciones preliminares y realizaron lecturas parciales y generales de esta investigación. Ellos fueron principalmente quienes cuestionaron algunas apreciaciones realizadas e hicieron preguntas que desestabilizaron afirmaciones apresuradas enriqueciendo de esa forma el análisis.

En cuarto lugar, quiero agradecer a Hugo Nahuys, Diego Santos, Juan Aurelio, Pablo Tognetti y Guillermo Rus de ARSAT S.A., así como a Ricardo Gaussman, Christian Tisot, Hugo Loffler, Hugo Jauffman y tantos otros ingenieros e ingenieras de INVAP S.E. quienes participaron en esta investigación de forma abierta, dispuesta y desinteresada. De igual manera, la gratitud se extiende al Ing. Néstor Domínguez y al Ing. Ricardo Goytea, quienes colaboraron y se interesaron en este proyecto desde el primer momento.

Por último, pero no menos importante, agradezco a mi familia, la cual me acompañó en mis estudios desde un inicio, con cariño y sobre todo con mucha paciencia.

Esta investigación contó con el apoyo económico del CONICET, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de su Programa de Formación de Recursos Humanos en Ciencia, Tecnología e Innovación y los fondos PICT de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

Índice general

Capítulo I. Introducción 11

- 1.1. El tema de investigación 13
- 1.2. Objetivos 14
 - 1.2.1. *Hipótesis y justificación* 14
- 1.3. Breve estado de la cuestión 15
- 1.4. Abordaje teórico 19
- 1.5. Diseño y metodología de la investigación 23
- 1.6. Estructura de la tesis 26

Capítulo II. El surgimiento de la industria satelital en Argentina 29

- 2.1. Autonomía tecnológica como fundamento de la política pública 30
 - 2.1.1. *La industria satelital: un sector estratégico* 34
- 2.2. El complejo científico-tecnológico espacial 40
 - 2.2.1. *La producción local como estilo socio-técnico de la CNIE* 42
 - 2.2.2. *El SAC-1* 44
- 2.3. La creación de CONAE 47
 - 2.3.1. *Los primeros satélites construidos por una empresa pública en Argentina* 49
 - 2.3.2. *Producción de conocimiento y generación de capacidades en INVAP S.E.* 61
 - 2.3.3. *Grupos sociales relevantes y alianza socio-técnica para la producción local de satélites de órbita baja* 66
- 2.4. Conclusiones 71

Capítulo III. Operación de satélites geoestacionarios en Argentina 73

- 3.1. El Sistema Nacional de Telecomunicaciones mediante Satélite Nacional Multipropósito 75
 - 3.1.1. *La problematización acerca de no ocupar el recurso órbita/espectro* 80
 - 3.1.2. *La inversión privada como solución a la ocupación de las posiciones orbitales* 83
- 3.2. Nahuelsat S.A. 87
 - 3.2.1. *La importación de tecnología como estilo socio-técnico de Nahuelsat S.A.* 89
 - 3.2.2. *La demanda de mano de obra local como política de Nahuelsat S.A.* 95
 - 3.2.3. *Grupos sociales relevantes y alianza socio-técnica para la operación local de satélites geoestacionarios* 98
- 3.3. Sistema Satelital Nahuel 100
 - 3.3.1. *El segmento espacial* 100

- 3.3.2. *El segmento terrestre* 106
- 3.4. Producción de conocimientos y generación de capacidades para la operación de satélites geoestacionarios 109
 - 3.4.1. *Aprendizajes organizacionales* 113
 - 3.4.2. *Aprendizajes por la práctica y mediante la codificación de conocimientos tácitos* 114
- 3.5. Conclusiones 121

Capítulo IV. El estado y la promoción del sector de telecomunicaciones en Argentina 123

- 4.1. El Sistema Satelital Nahuel y el capitalismo dependiente en Argentina 124
 - 4.1.1. *Nahuelsat S.A. en el mercado de operación satelital latinoamericano* 129
 - 4.1.2. *Inestabilidad institucional. Creación y destrucción de capacidades tecnológicas* 133
- 4.2. Argentina y un escenario satelital fragmentado (1991-2007) 136
 - 4.2.1. *La re-problematización de no ocupar las posiciones orbitales. Flexibilidad interpretativa respecto de los satélites geoestacionarios* 137
 - 4.2.2. *La inversión pública como estrategia de ocupación de las posiciones orbitales* 140
- 4.3. La creación de ARSAT S.A. 144
 - 4.3.1. *De Nahuelsat S.A. a ARSAT S.A.: una transición regulada (2006-2007)* 147
 - 4.3.2. *Grupos sociales relevantes y dinámica problema-solución* 151
 - 4.3.3. *Flexibilidad interpretativa en torno al proyecto satelital de producción nacional* 155
- 4.4. ARSAT S.A. y la generación de nuevas capacidades 157
 - 4.4.1. *Capacidades de gestión* 161
 - 4.4.2. *Construcción de funcionamiento a la producción local de satélites geoestacionarios* 163
- 4.5. ARSAT S.A.: diversificación de actividades en medio de la consolidación satelital 166
 - 4.5.1. *Consolidación de la política satelital* 168
 - 4.5.2. *Incorporación de nuevos grupos sociales relevantes* 170
- 4.6. Conclusiones 175
 - 4.6.1. *Alcances: la generación de un nuevo sector tecno-productivo* 176
 - 4.6.2. *Límites: la derogación de los satélites* 177

Capítulo V. Conclusiones generales 181

- 5.1. Pertinencia del marco teórico-metodológico 182
- 5.2. Autonomía tecnológica en la política explícita e implícita 184
- 5.3. Cuestión, configuración de la agenda política y toma de decisiones 186
- 5.4. Generación y ampliación de conocimientos y capacidades tecno-productivas 188
- 5.5. Generación de un nuevo sector de la economía: las telecomunicaciones 191
- 5.6. Estrategias estatales de innovación y desarrollo 192

Epílogo 195

Bibliografía y documentos 199

Índice de Cuadros

- Cuadro N° 1: Ingresos globales de la industria satelital mundial por actividad (2005-2014) 35
- Cuadro N° 2: Satélites de aplicaciones científicos de producción nacional (1991-2000) 53
- Cuadro N° 3: Componentes de los satélites SAC 55
- Cuadro N° 4: Composición accionaria de Nahuelsat S.A. (1998) 93
- Cuadro N° 5: Composición accionaria de Nahuelsat S.A. (2000) 93
- Cuadro N° 6: Personal de Nahuelsat S.A. (1998) 96
- Cuadro N° 7: Plataforma Spacebus 2000 101
- Cuadro N° 8: Sistemas, subsistemas y componentes del Nahuel 1A 104
- Cuadro N° 9: Documentos producidos por Nahuelsat S.A. (1996-2000) 117
- Cuadro N° 10: Tipo de procedimiento de acuerdo a su emisión (1997-2001) 119
- Cuadro N° 11: Producción de procedimientos por mano de obra local y extranjera 120
- Cuadro N° 12: Operadores y satélites autorizados en Argentina (1997-2001) 128
- Cuadro N° 13: Operadores y satélites autorizados en América (1997-2000) 131
- Cuadro N° 14: Personal técnico de Nahuelsat S.A. (1998-2006) 135
- Cuadro N° 15: Satélites autorizados en Argentina (2002-2015) 178

Índice de Gráficos

Gráfico N°1: Variación de ingresos globales y tasa de crecimiento de la industria satelital mundial (2005-2014) 36

Gráfico N°2: Tasas de crecimiento de Construcción de Satélites; Lanzamientos, Equipamiento Terrestre y Comercialización de Servicios Satelitales a nivel mundial (2009-2014) 37

Gráfico N° 3: Alianza socio-técnica de la producción local de satélites de órbita baja (1991) 69

Gráfico N° 4: Dinámica problema-solución en torno a la inversión privada 85

Gráfico N° 5: Cadena de valor del sistema satelital Nahuel 91

Gráfico N° 6: alianza socio-técnica para la operación local de satélites geoestacionarios en Argentina 98

Gráfico N° 7: Repositorio de documentación en Nahuelsat S.A. (1996-2000) 116

Gráfico N° 8: Procedimientos Satelitales de Nahuelsat S.A. (1997-2001) 118

Gráfico N° 9: Organigrama de ARSAT S.A. (2006) 146

Gráfico N° 10: Clientes por contrato de Nahuelsat S.A. por región (2007) 148

Gráfico N° 11: Clientes por contrato de Nahuelsat S.A. por país (2007) 148

Gráfico N° 12: Clientes ocasionales de Nahuelsat S.A. por país (2007) 149

Gráfico N° 14: Grupos sociales relevantes, artefactos y dinámica problema-solución para la producción de satélites geoestacionarios 154

Gráfico N° 15: Flexibilidad interpretativa en torno al proyecto satelital local 156

Gráfico N° 15: Alianza socio-técnica para la producción local de satélites geoestacionarios 164

Gráfico N° 16: Esquema de la composición de ARSAT S.A. (2010-2015) 167

Gráfico N° 17: Segunda alianza socio-técnica para la ejecución del Sistema Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones 172

Índice de Imágenes

Imagen N°1: Plataforma satelital SAC-B 52

Imagen N°2: Integración de componentes del satélite SAC-B en la sala limpia de INVAP S.E. en Villa Golf (1996) 53

Imagen N° 3: Satélite SAC-A 58

Imagen N°4: Desarrollo del modelo estructural en INVAP S.E. en Villa Golf 60

Imagen N° 5: Configuración del Nahuel 1A 101

Imagen N° 6: Estructura y tubo central de la plataforma Spacebus 2000 102

Imagen N° 7: Tubo central de la plataforma Spacebus 2000 103

Imagen N° 8: La estación terrena de Benavídez 107

1

INTRODUCCIÓN

Durante la década de 1980, mediante el interés y la acción de un grupo de científicos, tecnólogos y personal de las fuerzas armadas se puso en marcha un proyecto cuya meta era dotar a Argentina de mayores y mejores redes de comunicaciones (R. Goytea, comunicación personal, 27 de agosto de 2019). La ejecución de ese proyecto comenzó en 1985, cuando la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) -una entidad dependiente de la Organización de Naciones Unidas- adjudicó a la Argentina dos posiciones en el recurso órbita/espectro (N. Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019). Éste es un recurso natural limitado ubicado en el espacio ultraterrestre constituido por la interrelación de tres elementos: 1- el arco de órbita que ocupará el satélite; 2- la frecuencia radioeléctrica que utilizará; y 3- el área de cobertura del satélite sobre la superficie terrestre (OEA, Decisión 395).

Según el Derecho Internacional del Espacio, los recursos celestes constituyen parte del patrimonio de la humanidad, por lo que ningún Estado puede reclamar soberanía sobre los mismos (Torres Durán, 2014). En función de ello, la adjudicación de las posiciones en el recurso órbita/espectro a la Argentina, estaba regulada por un organismo internacional -la UIT-y sujeta a su ocupación y explotación con fines pacíficos, en un tiempo determinado.

Si bien en Argentina existían desde hacía dos décadas programas y proyectos públicos y privados referidos a cuestiones espaciales, los mismos no estaban en condiciones de satisfacer las necesidades en materia de comunicaciones (N. Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019). Por ello, en 1990 el gobierno nacional convocó a una Licitación Pública Nacional e Internacional para ejecutar el proyecto de ocupación de las posiciones orbitales mediante diversos decretos. A la licitación se presentaron tres propuestas de empresas extranjeras, siendo adjudicada un conglomerado empresario de origen europeo, la Unión Transitoria de Empresas (UTE), un *joint venture* conformada entre *Aerospatiale Societe Nationale Industrielle*, *Alcatel Espace Societe Anonyme*, *Alenia Spazio Societa per Azioni*, *Deutsche Aerospace Aktiengesellschaft* y *Embratel* (Res. SC Nº 2.593/98).

Si bien el Pliego de Licitación no comprendía entre sus requerimientos que la empresa encargada de la explotación del recurso órbita/espectro fuese argentina, los directivos de las firmas que constituían la UTE consideraron estratégica la creación de una empresa

en suelo argentino. En función de ello, en 1993, *Aerospatiale*, *Alenia Spazio* y *Deutsche Aerospace* crearon la empresa Nahuelsat S.A. con sede en la provincia de Buenos Aires y les transfirieron los derechos adquiridos en la licitación (Res. SC N° 1.202/93). La ocupación efectiva de una de las posiciones orbitales asignada se llevó a cabo mediante la compra de un satélite –Nahuel 1A- y una Estación Terrena en Europa (Bianchi, 2018). La misma estrategia se planificó para la ocupación de la segunda posición orbital, aunque la misma no llegó a concretarse (H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019).

A inicios del siglo XXI, las estrategias fallidas en materia satelital, en parte por el gobierno nacional, y fundamentalmente los problemas económicos, financieros y técnicos de la empresa privada Nahuelsat S.A., afectaron los derechos argentinos adquiridos sobre el recurso órbita/espectro (A. Rodríguez, comunicación personal, 09 de enero de 2019; H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019). Hacia el año 2003 los plazos establecidos para la ocupación efectiva de dicho recurso estaban nuevamente próximos a vencer (Moreno, 2016). En paralelo, varios estados-nación, entre ellos el Reino Unido, habían iniciado gestiones ante la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT con pretensiones de adjudicación de las posiciones orbitales bajo posesión argentina. En ese escenario, fue clave la acción del Estado como agente de un nuevo proyecto (G. Moreno, comunicación personal, 23 de diciembre de 2019).

En términos políticos y económicos, el gobierno nacional tenía entre las principales preocupaciones la recomposición del entramado industrial y en relación a ello, la autonomía nacional.

En los primeros años del siglo XXI, el gobierno argentino puso en prácticas diversas estrategias con el fin de complejizar la matriz tecno-productiva, entre las cuales estuvo la creación de empresas públicas en áreas de ausencia o debilidad del capital privado (Rubio, Núñez y Diéguez, 2018). En abril de 2006, a través de una serie de políticas públicas, el gobierno argentino creó Empresa Argentina de Soluciones Satelitales Sociedad Anónima (ARSAT S.A.) para el reemplazo de Nahuelsat S.A. en la ocupación y explotación de los recursos espaciales (Bianchi, 2018).

El análisis de las políticas públicas y estrategias institucionales que promovieron la ocupación del recurso órbita/espectro permite comprender, en primer lugar, algunos aspectos referidos a la acción del Estado en la determinación y solución de los problemas en la agenda política. En segundo lugar, el caso de estudio presenta un interés significativo puesto que, Nahuelsat S.A. constituyó la primera operadora satelital privada en América Latina. Por su parte, el proyecto liderado por ARSAT S.A. e INVAP S.E.

constituyó la primera experiencia de diseño y producción de satélites de telecomunicaciones en la región.

A través de las experiencias de Nahuelsat S.A. y ARSAT S.A., esta investigación analizó en términos de alcances y límites el desarrollo de tecnologías conocimiento-intensivas en áreas estratégicas.

1.1. El tema de investigación

Esta investigación abordó la ocupación de las posiciones orbitales y bandas de frecuencia asignadas a la Argentina por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en 1985. Para ello, se analizó la trayectoria socio-técnica de Nahuelsat S.A. y ARSAT S.A. durante el período 1991-2015.

En relación al nudo crítico, las preguntas que guiaron la investigación fueron:

- ¿Cómo y por qué Argentina logró obtener derechos de coordinación y explotación en la órbita geoestacionaria y bandas de frecuencia?
- ¿Cuáles y cómo fueron las estrategias institucionales y políticas implementadas para la ocupación y explotación de las posiciones orbitales y bandas de frecuencia asociadas?
- ¿Qué objetivos y estrategias persiguió el gobierno en la cesión de derechos a Nahuelsat S.A.? ¿Y con la creación de ARSAT S.A.?
- ¿Qué supuestos orientaron a los actores en sus atribuciones de sentido para la importación de satélites geoestacionarios? ¿Y para encarar el diseño y la fabricación local de artefactos?
- ¿Cómo se utilizaron las capacidades de I+D existentes?
- ¿Cómo se generaron y aplicaron los conocimientos producidos localmente?
- ¿Cómo se construyó funcionamiento o no-funcionamiento a las tecnologías desarrolladas por las firmas -Nahuelsat S.A. y ARSAT S.A.- para la ocupación de las posiciones orbitales?
- ¿Cuál es la incidencia de las políticas públicas y los instrumentos de gestión, financiamiento y evaluación sobre las estrategias y agendas institucionales y empresariales en la dinámica de producción de tecnologías conocimiento-intensivas?

1.2. Objetivos

El objetivo de esta investigación es analizar las estrategias institucionales y políticas públicas formuladas e implementadas entre 1991 y 2015 en la Argentina orientadas a la ocupación y explotación de las posiciones en la órbita geoestacionaria y bandas de frecuencia asociadas.

Este objetivo general se desagrega en los siguientes objetivos específicos:

- Reconstruir la trayectoria tecno-productiva de las empresas públicas y privadas de capital local y extranjero que participaron en la ocupación de las posiciones orbitales y bandas de frecuencia asignadas a la Argentina.
- Analizar la producción de conocimientos y la generación de capacidades de absorción e innovación que tuvieron lugar en las trayectorias tecno-productivas trazadas.
- Analizar los procesos de diseño de estrategias, de toma de decisiones y de formulación de las agendas de desarrollo y producción (determinación de capacidades, líneas y tópicos de desarrollo, métodos, técnicas y equipamiento, organización) vinculados a las trayectorias empresarias.
- Analizar los procesos de construcción de funcionamiento/ no-funcionamiento de las tecnologías generadas en el área espacial para el uso y explotación de las posiciones orbitales y bandas de frecuencia asignadas.

1.2.1. Hipótesis y justificación

La principal hipótesis que sustenta esta investigación es el rol central del Estado como generador de capacidades, promotor y conductor de procesos de innovación y el desarrollo tecno-productivo en sectores estratégicos. En particular, se sostiene que fue la política pública, incluso bajo matrices ideológicas diferentes, la clave en la configuración del problema y la solución de la ocupación y explotación de los recursos en el espacio ultraterrestre. Mientras, en un primer momento las ideas liberales movilizaron a los actores en favor de la privatización, en un segundo momento, las ideas de autonomía económica y tecnológica intensificaron la endogeneización de capacidades tecno-productivas. Ese último proceso si bien fue diferente a la fase previa, caracterizada por la importación de tecnología extranjera, resignificó las capacidades y tecnologías adquiridas con el fin de utilizarlas en el desarrollo local de tecnologías de alto valor agregado.

La presente investigación pretende contribuir en general a los estudios de la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) puesto que permite avanzar en la comprensión de políticas públicas y dinámicas virtuosas de gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación en Argentina en los últimos años. En particular, el análisis constituye un aporte a los estudios sobre los procesos de industrialización en Argentina, en un sector estratégico, a inicios del siglo XXI.

En la investigación se analizaron las estrategias institucionales y las políticas públicas implementadas para resolver el problema de no ocupar las posiciones orbitales y bandas de frecuencia asignadas a Argentina. Dicho análisis permitió reconstruir la trayectoria de las capacidades tecnológicas desarrolladas en el área satelital, adquiridas en la explotación privada -Nahuelsat S.A.- y pública - ARSAT S.A.- de las posiciones orbitales.

El análisis de los procesos que acompañaron la ocupación privada y pública de las posiciones orbitales, los diseños de políticas públicas de promoción sectorial, el impulso de capacidades tecno-productivas, las dinámicas problema-solución, entre otros factores, constituyen insumos a considerarse en otras experiencias de desarrollo local y regional.

1.3. Breve estado de la cuestión

Durante los últimos cien años, se registraron en Argentina, una serie de experiencias orientadas al diseño y producción local de tecnologías conocimiento-intensivas. Estas iniciativas tuvieron lugar en distintas áreas tecno-productivas -aeronáutica, nuclear, aeroespacial, biotecnología, metalmecánica, de materiales, informática- promovidas por empresas o entidades privadas o públicas, de capital nacional o mixto. La presente investigación se inserta en el análisis de estas experiencias tecno-productivas.

La mayoría de los análisis de las experiencias tecno-productivas en sectores conocimiento-intensivos fueron generados desde la economía. Para esta tradición disciplinar, la empresa es considerada el núcleo de la innovación y la unidad mínima de análisis para abordar el cambio tecnológico. Katz (1976) y Katz y Ablin (1977) constituyeron estudios pioneros que inauguraron los estudios sobre los procesos de aprendizaje tecnológico en países de menor desarrollo relativo. En Argentina se publicaron algunos trabajos vinculados a investigaciones sobre la década de 1990 en los que se estudiaron principalmente temas en torno a las actividades tecnológicas e industriales, y la consolidación de sistemas locales de producción de alta tecnología, (Kosacoff, 1993; Bisang *et alii*, 1996). Por otra parte, en la última década se publicaron numerosos estudios de caso sobre el desarrollo económico e industrial a nivel sectorial.

Existen numerosos trabajos que analizaron desde diversas perspectivas teóricas el desarrollo de tecnologías conocimiento-intensivas en áreas industriales consideradas estratégicas. Las ramas industriales estratégicas pueden definirse como aquellas que los Estados nacionales eligen promover, puesto que estimulan el desarrollo socio-económico general del país; dinamizan a otros sectores de la economía; promueven la generación de divisas y a la formación de capital; incrementan la integración y la diversificación de la matriz tecno-productiva; aumentan el PBI tecnológico del país; optimizan en forma cuantitativa y cualitativa la balanza comercial; promueven la formación de recursos humanos calificados y empleos de calidad; contribuyen en materia de investigación y desarrollo; favorecen la defensa nacional; generan capacidades en un sector industrial y lo estimulan en otros sectores, las cuales consolidan procesos virtuosos de aprendizaje a nivel sistémico (Cáceres y Picabea, 2020). Más allá de estas potencialidades, las ramas industriales estratégicas son definidas políticamente en función de las condiciones socio-históricas existentes, el modelo de planificación gubernamental y los intereses que dominan la agenda de problemas socialmente vigente.

En lo que respecta al estudio de experiencias de producción industrial con intervención del Estado, se encuentran los trabajos de Claudio Bellini (2001 y 2006), quien analizó desde un abordaje histórico el caso de la Dirección Nacional de Industrias del Estado (DINIE) entre 1947 y 1962; y Facundo Picabea y Hernán Thomas (2010; 2012; 2015), quienes analizaron, desde los estudios sociales de la tecnología y la innovación, el caso de Industrias Mecánicas del Estado (IME), entre 1952 y 1980.

Existen trabajos que estudiaron el desarrollo de tecnologías conocimiento-intensivas en áreas estratégicas desde un abordaje socio-técnico. Entre ellos pueden citarse los análisis de caso del avión Pulqui (Lalouf y Thomas, 2004; Lalouf, 2005), del Rastrojero y la moto Puma (Picabea y Thomas, 2011 y 2015) y en referencia al tema espacial, el desarrollo de tecnologías nuclear y aeroespacial entre 1970-2005 (Thomas, Versino y Lalouf, 2006 y 2003). Dichos trabajos plantearon un nivel de análisis complejo que superaba las visiones deterministas y lineales al visibilizar el carácter social de la tecnología, así como el carácter tecnológico de lo social. En ellos, se problematizó a la tecnología al dar cuenta de la multiplicidad de significados que los actores sociales construían en torno a ella, dando lugar a tantas tecnologías como significados se le atribuían. Asimismo, estos estudios analizaron cómo la evaluación social de dicha tecnología posibilitaba construir el *funcionamiento* o *no-funcionamiento* de la misma, independientemente de sus características técnicas.

Por otra parte, en tanto en América latina el desarrollo de tecnologías estratégicas estuvo estrechamente vinculado a la intervención del Estado, existen estudios dentro de la tradición de la Ciencia Política o del Análisis de Políticas, que enfatizaron la importancia de los aspectos institucionales, ideológicos y geopolíticos involucrados en dichos procesos (Adler, 1987; Dagnino, 1987, 1993, 1994; Solingen, 1996; Dagnino y Proença, 1998).

En referencia al sector espacial en general y al problema de las posiciones orbitales, pueden citarse los numerosos trabajos del ingeniero de la Armada Néstor Domínguez, quien desarrolló un extenso trabajo sobre la tecnología satelital. En el primer tomo de su trabajo, *Satélites. V etapa tecnológica naval y su incidencia en la Guerra de Malvinas* (1990) analizó el uso de satélites artificiales durante la Guerra de Malvinas y su incidencia en el desenlace del conflicto bélico. En el segundo tomo, *Satélites. Más allá de la tecnología y de la guerra* (1991), en base a documentación clasificada, Domínguez dio cuenta de las primeras misiones satelitales en Argentina con fines científicos. Asimismo, desde una perspectiva autobiográfica dio cuenta del proceso de interesamiento del Estado argentino por la ocupación de las posiciones orbitales durante el último lustro de la década de 1980.

En cuanto a bibliografía más reciente respecto al sector espacial pueden encontrarse una serie de trabajos generales. Entre ellos puede citarse el trabajo de Andrés López, Pablo Pascuini y Adrián Ramos, *Al infinito y más allá* (2017), en el cual los autores exploraron la economía del espacio en la Argentina. En dicho trabajo los autores presentaron conceptos claves en torno a las órbitas, tipos de misiones satelitales y actores participantes en el sector satelital argentino. Además, se encuentra el trabajo de Ricardo Cabrera, *Satélites. De la Luna al Arsat* (2015), cuyas características lo convierten en una lectura de acercamiento a la industria satelital; el de Lorena Drewes, *El sector espacial argentino: Instituciones referentes, proveedores y desafíos* (2014), quien presentó los actores sociales claves en el desarrollo satelital local.

De manera más específica, Pablo de León analizó la actividad espacial en Argentina desde sus inicios, fuertemente vinculada a la acción de la Fuerza Aérea Argentina, hasta su desmantelamiento durante la década de 1990. El libro *Historia de la Actividad Espacial en Argentina* (2018) reconstruyó la trayectoria del desarrollo local de vectores de lanzamiento. Pablo de León, en el libro *El Proyecto del Misil Cóndor* (2017) profundizó sus análisis previos sobre vectores de lanzamiento. Este libro analizó el Proyecto Cóndor, desde sus inicios como cohete de investigación creado para la acumulación de conocimientos y habilidades en el desarrollo de motores-cohetes, hasta

su resignificación como misil de alcance intermedio en el escenario de la Guerra de Malvinas.

Desde una perspectiva más vinculada a los estudios de la ciencia y la tecnología, Daniel Blinder en “Política espacial argentina: rupturas y continuidades (1989-2012)” (2018) analizó las políticas públicas implementadas por distintas administraciones de gobierno en el marco de modelo de acumulación liberal de fines del siglo XX y el de recomposición de las bases industriales de inicios del siglo XXI. Daniel Blinder, “Ciencia y tecnología en clave Centro-Periferia: apuntes para la investigación” (2012), quien estudió la tecnología misilística y espacial desarrollada en Argentina; y el de Gustavo Seijo y Javier Cantero “¿Cómo hacer un satélite espacial a partir de un reactor nuclear? Elogio de las tecnologías de investigación de INVAP” (2012), quienes analizaron históricamente el proceso de generación y desarrollo de tecnologías de investigación en INVAP S.E.

Existen dos artículos que analizaron desde una perspectiva política el desarrollo satelital. Diego Hurtado y Natasa Loizou, en el trabajo “Desregulación de sectores estratégicos en contexto semiperiférico: las comunicaciones satelitales en Argentina 1991-2006” (2018) reconstruyeron la trayectoria de los accionistas y directivos de Nahuelsat S.A., una empresa de capitales extranjeros, pero de bandera argentina, encargada de ocupar y explotar comercialmente las posiciones orbitales y bandas de frecuencias asociadas. En dicho trabajo, los autores dieron cuenta de las decisiones políticas que llevaron a su colapso hacia el año 2006. Diego Hurtado, Matías Bianchi y Diego Lawler, en el artículo “Tecnología, políticas de Estado y modelo de país: el caso ARSAT, los satélites geoestacionarios versus “los cielos abiertos” (2017) analizaron cómo el desarrollo de los satélites geoestacionarios ARSAT quedó trunco a partir de la política de cielos abiertos implementada por el gobierno nacional a partir de 2015.

Finalmente, existen trabajos referidos al sector espacial publicados por los propios actores participantes en los procesos desarrollados. Martín Sierra y Guillermo Rus, dos ex profesionales de ARSAT S.A. escribieron el libro *ARSAT en la encrucijada. Entre la apertura de cielos, la privatización y el Desarrollo de la Industria Satelital Nacional* (2018), en el cual analizaron la situación de la empresa tras el cambio de gobierno. En el mismo plantearon las dificultades que afectaron a la empresa ante un cambio de política que favorecía el ingreso de satélites extranjeros y promovía su privatización.

En síntesis, si bien existe cierta bibliografía que abordó el sector espacial en general y el satelital en particular, fueron muy pocos los estudios que lo abordaron desde la perspectiva analítica de los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Muchas de las

obras publicadas constituyeron estudios generales o descriptivos sobre el desarrollo espacial y satelital en Argentina. Otros estudios constituyeron un análisis exhaustivo sobre el diseño y producción de vectores de lanzamiento, o diversas dimensiones de la tecnología satelital.

Dada la revisión bibliográfica, esta investigación cuyo objeto de estudio es el análisis de las trayectorias de las firmas Nahuelsat S.A. y ARSAT S.A. como estrategia seguida para la ocupación y explotación del recurso órbita/espectro constituye un complemento a los estudios citados anteriormente. En función de ello, se sostiene que el caso de estudio elegido, desde la perspectiva teórica elegida, representa un avance en la comprensión general de la acción del Estado frente a un problema político, y un insumo para los análisis sobre los procesos de desarrollo industrial en Argentina en los comienzos del siglo XXI.

1.4. Abordaje teórico

Dadas las limitaciones de los abordajes teórico-metodológicos disponibles en la literatura acerca del cambio tecnológico en contextos periféricos, en esta investigación se construyó un marco teórico a partir de la triangulación de herramientas conceptuales provenientes de diferentes enfoques disciplinarios: economía del cambio tecnológico, en particular sobre economía del aprendizaje (Rosemberg, 1982; Dosi, 1988; Cohen y Levinthal, 1989; Lundvall, 1992; Nonaka, 1995), sociología de la tecnología (Pinch y Bijker, 1987; Bijker, 1995) y análisis político (Oszlack y O'Donnell, 1995; Gusfield, 2014), a partir de su complementación y revisión crítica orientada a la adecuación al contexto local (Thomas, 1999; Thomas y Buch, 2008; Picabea y Thomas, 2015).

La realización de operaciones de triangulación teórico-metodológica permitió superar las restricciones mono-disciplinarias en el abordaje del objeto de esta investigación. Para acrecentar la capacidad explicativa y analítica se usaron los siguientes conceptos: cuestión; trayectoria socio-técnica; dinámica socio-técnica; estilo socio-técnico; resignificación de tecnologías; capacidades tecnológicas y procesos de aprendizajes.

La investigación inició con la identificación de un problema: no ocupar las posiciones orbitales y bandas de frecuencia asignadas, y posterior conversión en cuestión. Una *cuestión* constituye una necesidad problematizada por ciertas clases, fracciones de clases, organizaciones, grupos o individuos estratégicamente situados, que creen y están en condiciones de promover la incorporación de éste a la agenda de problemas socialmente vigente (Oszlack y O'Donnell, 1995). Toda cuestión tiene una trayectoria,

en la cual diferentes actores toman posición frente a ella. En este estudio se consideró el período previo al surgimiento de la cuestión, quién reconoció la problemática, cómo difundió esa visión sobre el problema, quién y sobre la base de qué recursos y estrategias logró convertir esa problemática en cuestión.

La investigación continuó con la reconstrucción de la trayectoria socio-técnica de los artefactos implementados como solución de dicha cuestión: el Sistema Nahuel y el Sistema Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones. Ello permitió ordenar de manera diacrónica las relaciones causales entre distintos elementos heterogéneos en secuencias temporales, tomando como punto de partida un elemento socio-técnico en particular. Una *trayectoria socio-técnica* es un proceso de co-construcción de productos, procesos productivos y organizaciones, instituciones, relaciones usuario-productor, relaciones problema-solución, procesos de construcción de “funcionamiento” de una tecnología, racionalidades, políticas y estrategias de un actor -firma, institución de I+D, universidades, etc.- (Thomas, 1999; 2008).

A lo largo de las trayectorias, se identificaron distintas fases, que corresponden con la sucesión de diversas dinámicas socio-técnicas. Una *dinámica socio-técnica* es un conjunto de patrones que organizan la interacción de tecnologías, instituciones, políticas, racionalidades y formas de constitución ideológica de los actores. Este concepto sistémico sincrónico permitió insertar en un mapa de interacciones una forma determinada de cambio socio-técnico, por ejemplo, una serie de artefactos, una trayectoria socio-técnica, la construcción e interpretación de una forma de relaciones problema-solución. El concepto incluye el conjunto de relaciones tecno-económicas y socio-políticas vinculadas al cambio tecnológico, en el nivel de análisis de un “ensamble socio-técnico” (Bijker, 1995), un gran sistema tecnológico (Hughes, 1983), una red tecno-económica (Callon, 1992).

El mapeo de interacciones en cada una de las fases permitió construir alianzas socio-técnicas. Las *alianzas socio-técnicas* constituyen procesos de construcción de coaliciones de elementos heterogéneos implicados en el proceso de construcción de funcionamiento o no funcionamiento de una tecnología (Maclaine Pont y Thomas, 2009; Picabea, 2010; Picabea y Thomas, 2015). Estos procesos autoorganizados, aunque pasibles de planificación, permiten resaltar aspectos políticos y estratégicos de las relaciones socio-técnicas y posibilitan incorporar a los artefactos en las dinámicas y trayectorias, en las relaciones problema-solución, y en la materialidad de los procesos de construcción de funcionamiento. Desde la perspectiva de la sociología constructivista, el *funcionamiento o no funcionamiento* de un artefacto (Pinch y Bijker,

1987; Bijker, 1995) no es algo intrínseco a sus características, sino que es una contingencia que se construye social, tecnológica y culturalmente, a partir de procesos de adecuación de respuestas y soluciones tecnológicas a situaciones socio-técnicas históricamente situadas (Thomas, 2008). En los procesos de construcción de funcionamiento o no funcionamiento se analizaron los movimientos de alineamiento y coordinación (Callon, 1992) de artefactos, regulaciones, conocimientos, instituciones, actores sociales, recursos económicos, condiciones ambientales y materiales que viabilizaron o impidieron la adecuación socio-técnica y la asignación de sentido de los satélites importados y aquellos diseñados y producidos localmente.

En la reconstrucción de la trayectoria, se consideraron distintos estilos socio-técnicos. Un *estilo socio-técnico* es una forma relativamente estabilizada de producir tecnología y de construir su “funcionamiento” y “utilidad”. Deriva del concepto *estilo tecnológico* de Hughes. Esta herramienta heurística permite realizar descripciones en el marco de la concepción constructivista de las trayectorias y dinámicas socio-técnicas.

La presente investigación llevó a la identificación simultánea de dos estilos socio-técnicos en el área espacial: 1- diseño y producción endógena de tecnologías para fines científicos de observación de la Tierra, y 2- la importación de tecnologías satelitales para telecomunicaciones. El diseño y producción local de satélites de telecomunicaciones para la ocupación y explotación de la órbita geoestacionaria se debió a la convergencia de dichos estilos socio-técnicos, distintos y contrapuestos, así como de tecnologías, conocimientos y capacidades asociados a éstos.

Al interior de las trayectorias y estilos socio-técnicos identificados se analizaron las capacidades tecnológicas, que permitieron ocupar las posiciones orbitales primero, con satélites extranjeros, y posteriormente, con satélites de diseño y fabricación local. Según Katz (1978) las *capacidades tecnológicas* son “un cierto flujo de conocimientos tecnológicos incrementales localmente generados, que actúan complementando -por vía de adaptaciones, mejoras, etcétera- el diseño tecnológico originalmente importado” (Katz, 1978:9). Según Lall (1992), en línea con Katz, las capacidades tecnológicas constituyen las habilidades, esfuerzos e inversiones realizadas por una firma para dominar, adaptar y mejorar las tecnologías de acuerdo a sus condiciones. A inicios del siglo XXI, el concepto se amplió. Kim (2001) definió las capacidades tecnológicas como las habilidades que posibilitan a una firma asimilar, emplear, adaptar y modificar tecnologías existentes, al mismo tiempo que pueden crear y desarrollar nuevas tecnologías. Gutti (2008) consideró que las capacidades tecnológicas “involucran el

conocimiento y las habilidades necesarias para adquirir, usar, adaptar y crear tecnología” (Gutti, 2008:8).

Al interior de las capacidades tecnológicas pueden diferenciarse múltiples tipos de capacidades:

- Capacidades de absorción (Cohen y Levinthal, 1990) -habilidades de las empresas para reconocer conocimientos nuevos y externos, asimilarlo y luego aplicarlo-;
- Capacidades de innovación (Cohen y Levinthal, 1990) -habilidades que despliegan los agentes para lograr nuevas combinaciones de recursos, ideas, entre otros; o la potencialidad para transformar conocimientos genéricos en otros específicos-;
- Capacidades de inversión (Lall, 1992) -habilidades que permiten identificar y obtener las tecnologías necesarias para diseñar, construir y equipar una nueva instalación o nuevo proyecto-;
- Capacidades de producción (Lall, 1992) -habilidades que contemplan el control de calidad, la operación y mantenimiento, la adaptación y mejora de una tecnología comprada, la investigación, el diseño y la innovación de tecnologías propias-;
- Capacidades de vinculación (Lall, 1992) -habilidades para intercambiar información, tecnologías y conocimientos entre empresas, proveedores, consultores, subcontratistas, usuarios, entre otros.

Tras la identificación y análisis de las capacidades tecnológicas, en esta investigación se analizaron los procesos de aprendizajes que permitieron el desarrollo de éstas. Para ello se consideró el “aprendizaje por la práctica” (*learning by doing*; Arrow, 1962), el “aprendizaje por el uso” (*learning by using*; Rosenberg, 1982), el “aprendizaje por interacción” (*learning by interacting*; Lundvall, 1985 y 1995) y el aprendizaje formal (*learning by learn*).

Finalmente, dado que el conocimiento puede ser explícito -codificado- y tácito, se consideraron las interacciones existentes entre estos dos tipos de conocimientos. Para ello, se hizo uso de las categorías propuestas por Nonaka y Takeuchi (1995): 1- *socialización* (proceso por el cual los actores comparten sus experiencias y se crea conocimiento tácito); 2- *exteriorización* (proceso por el cual el conocimiento tácito es articulado en forma de conceptos); 3- *combinación* (proceso que involucra la combinación de distintos cuerpos teóricos o de conocimiento explícito); e 4-

interiorización (proceso de conversión del conocimiento explícito y codificado en conocimiento tácito, mediante el desarrollo de *know-how* práctico).

La elección de un abordaje de este tipo se fundamenta en su capacidad descriptiva y explicativa, que ofrece la posibilidad de generar una reconstrucción analítica de las complejas relaciones entre usuarios y herramientas, actores y artefactos, instituciones y sistemas tecno-productivos, ideologías y conocimientos tecnológicos, donde, en el mismo acto que se diseñan y aplican socialmente las tecnologías, se construyen tecnológicamente órdenes jurídico-políticos, organizaciones sociales y formas de producción de bienes y servicios.

1.5. Diseño y metodología de la investigación

De acuerdo a los objetivos planteados y el marco teórico construido, en esta investigación se adoptó una perspectiva metodológica cualitativa. Para la ejecución de la misma, se desarrollaron varias acciones, que lejos de constituir operaciones aisladas, se retroalimentaron, y en ocasiones ocurrieron en forma simultánea.

Para confeccionar el *framework* conceptual utilizado se revisó y seleccionó el material bibliográfico teórico. La lectura, el análisis y la discusión con pares, profesores, investigadores de otras universidades y con el propio director de esta investigación, fueron centrales en el diseño de las herramientas teóricas a utilizar.

Para la reconstrucción de las trayectorias empresarias se desplegaron tareas de búsqueda, relevamiento y sistematización de fuentes escritas y orales. Por un lado, se explotaron las fuentes escritas disponibles, entre las cuales estaban las memorias y balances de la empresa Nahuelsat S.A. durante el período 1993 a 2009; memorias y balances de la empresa ARSAT S.A. durante el período 2006 a 2015; los estatutos de ambas empresas; comunicados de prensa e informes; y documentos publicados en revistas especializadas. También se recogió información multimedia, en el que varios actores relevantes exponían sus puntos de vista, documentos con análisis de los propios actores y la legislación nacional e internacional afín.

La búsqueda de dicha información insumió aproximadamente dos años, particularmente debido a las diferencias encontradas respecto al acceso a la misma. Mientras los Balances y Memorias de ARSAT S.A. y el Estatuto son de dominio público, disponibles en la página web de la empresa, la documentación referida a Nahuelsat S.A. carece de visibilidad. Ello llevó a ciertos desbalances iniciales en la construcción de las trayectorias empresarias.

Siendo consciente del problema existente en cuanto a la profundidad analítica referida a los objetos de estudio, se decidió complementar las fuentes documentales con testimonios de distintos actores intervinientes en el proceso. En función de ello, se aplicó la metodología de trabajo de campo mediante entrevistas semiestructuradas, presenciales y vía remota, realizadas a empresarios, ingenieros, técnicos y trabajadores de las empresas involucradas en el proceso, así como a los tomadores de decisión a nivel empresa y nivel gobierno. La realización del trabajo de campo se articuló a partir de la acción de un informante clave, quien, en conocimiento de los objetivos y alcances de esta investigación, recomendó y gestionó a otros actores relevantes en el proceso.

Dada la complejidad y cantidad de actores que estuvieron involucrados en la problematización y ocupación de las posiciones orbitales en Argentina, así como la inserción de la presente tesis en un proyecto de investigación más amplio -algunas actividades se realizaron en equipo-, que permitió la realización de un total de treinta entrevistas formales -de las cuales once constituyeron re-entrevistas- e incontables comunicaciones personales. Para cada una de las entrevistas realizadas se confeccionó una guía *ad hoc* en función de la trayectoria de cada uno de los entrevistados.

Las primeras cinco entrevistas fueron realizadas a personal de ARSAT S.A., todos ellos con participación en Nahuelsat S.A. a excepción de uno. Con estas primeras entrevistas se profundizó en aspectos tales como la formación de personal, las estrategias productivas de las empresas y las dinámicas en torno a la toma de decisión. El trabajo de campo prosiguió con la realización de seis entrevistas a personal de la línea gerencial y de ingeniería de proyecto de la empresa INVAP S.E. Esta visita, no sólo permitió observar *in situ* las relaciones sociales al interior de la empresa, sino conocer acerca de la organización, las tomas de decisión, la circulación de conocimientos al interior del área espacial y entre proyectos.

Mientras se prosiguió con el relevamiento de información sobre la empresa Nahuelsat S.A. se realizaron cuatro entrevistas a dos actores del área gubernamental que fueron partícipes de la problematización sobre no ocupar las posiciones orbitales a inicios de la década de 1990. Ellos permitieron reconstruir, en paralelo a la información de otras fuentes, el proceso de adjudicación de las posiciones orbitales a la Argentina por la UIT, así como el proceso de diseño y ejecución de la política pública que favoreció la ocupación de dichas posiciones por una empresa privada de capital extranjero. Ambos actores facilitaron documentación disponible en sus archivos personales.

En la misma época se realizó una entrevista a un ingeniero de ARSAT S.A., quien en sus inicios había trabajado como controlador de satélite en la estación terrestre de Nahuelsat

S.A. Ello permitió profundizar sobre la historia de ambas de empresas y su organización. Asimismo, permitió analizar los procesos operativos, la producción y circulación de conocimientos y su dinámica en el tiempo.

Dada la identificación de que, a inicios del siglo XXI, la ocupación y explotación de las posiciones orbitales se dio mediante satélites diseñados y construidos localmente, se decidió visitar nuevamente las instalaciones de la empresa contratista. En INVAP S.E. se desarrollaron once nuevas entrevistas a personal directivo y del área de ingeniería - electrónica, mecánica, potencia, control de actitud, de calidad- con el fin de conocer las capacidades que desarrolló la empresa en la experiencia de los satélites científicos y de observación de la Tierra, las cuales se constituyeron en la base del diseño y fabricación de los satélites geoestacionarios. En aquella oportunidad se realizaron re-entrevistas a actores ya consultados, con el fin de profundizar los aspectos ya trabajados.

Durante el tiempo que duró la investigación, se tuvo contacto permanente con el informante clave, volviéndose un actor imprescindible, puesto que desarrolló explicaciones sobre aspectos técnicos específicos, así como organizativos, necesarios para este estudio. La discusión de cuestiones técnicas, comerciales, la revisión de documentación y de las diversas versiones escritas que surgieron a lo largo de esta investigación propiciaron la incorporación de dicho actor como co-director de la misma.

En simultáneo a la construcción de algunas explicaciones analíticas, se realizó una re-entrevista con un ingeniero de ARSAT S.A. (ex Nahuelsat S.A.). En aquella oportunidad se visitaron las instalaciones de ARSAT S.A. en Benavidez y se profundizó sobre la organización y las operaciones desarrolladas en tierra, así como los procesos de aprendizajes surgidos a partir de la operación satelital, tanto durante la experiencia de Nahuelsat S.A. como de ARSAT S.A.

Con el propósito de profundizar en el proceso de problematización, ocupación y explotación de las posiciones orbitales a inicios del siglo XXI, se coordinó una entrevista con un alto ex funcionario del gobierno nacional. La misma permitió reconstruir la posición que mantuvo el Estado durante el proceso de gestión de una prórroga en la explotación de las posiciones orbitales, así como el proceso de negociación establecido con otros Estados y empresas privadas del sector.

El trabajo de campo concluyó con la realización de una nueva entrevista a un actor de la empresa ARSAT S.A. (ex Nahuelsat S.A.). En esta, se profundizó el análisis mediante la incorporación de una dimensión comercial, aspecto relevante en los procesos de construcción de funcionamiento o no funcionamiento a las tecnologías en cuestión. Los vínculos gestionados y la inserción de esta tesis en un PICT de alcance más amplio

solucionaron el desbalance inicial en la construcción de las trayectorias empresarias. Sin embargo, generó nuevos problemas: 1- la sobre información resultante; y 2- la aparición de nuevas dimensiones de análisis. Ante ello, se decidió respetar los objetivos planteados y marginar gran parte del trabajo de campo realizado, reservándolo para una futura tesis doctoral.

Dadas las incongruencias, imprecisiones o fallas de memoria, dificultades propias de la metodología basada en entrevistas, se adoptó la triangulación de datos. De esta forma, en la investigación se consultaron diversas fuentes con el fin de yuxtaponer la información adquirida. Esto permitió sopesar los datos relevados en las fuentes primarias, tanto escritas como orales. En aquellas situaciones en que en las fuentes existiera divergencia, se utilizó aquella que pudiera ser sopesada con dos o más fuentes. En caso contrario, dicha información no fue considerada en la investigación (Valles, 1999).

Tras el procesamiento y sistematización de la información recopilada, se prosiguió con el análisis de la misma, y la posterior escritura. Cabe mencionar que, previo a la redacción de esta tesis, se presentaron versiones parciales en reuniones científicas nacionales e internacionales, que enriquecieron el análisis mediante la interacción y la discusión de la propuesta con pares y otros investigadores.

1.6. Estructura de la tesis

En el capítulo 2 se analizaron algunos elementos -instituciones, diseño y producción de artefactos espaciales- que, si bien no estaban vinculados directamente con la ocupación de las posiciones y bandas de frecuencia en la órbita geoestacionaria, a inicios del siglo XXI resultaron centrales para su explotación a manos de ARSAT S.A. En función de ello, en un primer apartado, se analizó la idea de autonomía tecnológica que estuvo detrás de las políticas públicas que impulsaron la ocupación de las posiciones mediante satélites de diseño y producción endógena. Luego, se analizó el carácter estratégico de la industria satelital y se describió la trayectoria del complejo científico-tecnológico espacial en Argentina, mediante la cual se recuperaron las experiencias de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales y de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales. En este capítulo se describieron y analizaron las relaciones socio-técnicas que se desarrollaron en torno a los primeros satélites de órbita baja, diseñados y producidos por el Estado, así como los conocimientos y capacidades generadas en dichos procesos.

En el capítulo 3 se analizó la trayectoria del sector satelital de telecomunicaciones en Argentina. En un primer apartado se describió y analizó el proceso de adjudicación de las posiciones orbitales a Argentina por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el proceso de entrada en la agenda de problemas en vigencia y la construcción de la inversión privada como solución al problema en el espacio ultraterrestre. Luego se describió y analizó la trayectoria socio-técnica de Nahuelsat S.A. dentro del modelo de acumulación liberal. En este capítulo se describieron y analizaron las estrategias desarrolladas por la empresa, en cuanto a la puesta en operación de un sistema satelital de telecomunicaciones; la política de formación de personal calificado y los procesos de aprendizajes vinculados.

En el capítulo 4 se analizó la acción del Estado en relación al sector de telecomunicaciones en Argentina. En un primer apartado se analizaron las políticas públicas y las estrategias institucionales desarrolladas por Nahuelsat S.A. en un escenario dominado por las grandes corporaciones del mercado satelital. Luego se describió y analizó la situación de inestabilidad general de Nahuelsat S.A. y la re-problematización surgida de no ocupar las posiciones orbitales. La nueva puesta de esta cuestión en la agenda de problemas llevó al gobierno nacional a encontrar la solución en la iniciativa pública. En función de ello, en los dos últimos apartados se describió y analizó la trayectoria socio-técnica de ARSAT S.A., empresa pública creada con el fin de proteger la soberanía en el espacio y reencauzar la economía argentina por el sendero de la industrialización. En este capítulo, se describieron y analizaron las políticas públicas y las estrategias del gobierno nacional con el fin de converger las capacidades y conocimientos adquiridos previamente en las experiencias de INVAP S.E. y Nahuelsat S.A., materializadas en la creación de ARSAT S.A.

En el capítulo 5, se presentaron las conclusiones generales de esta investigación en relación al aporte del marco teórico elegido, el rol del Estado como promotor de sectores estratégicos y el desarrollo de nuevos conocimientos y capacidades para el diseño y producción de tecnologías conocimiento-intensivas. También se establecieron conclusiones en torno a la problematización de algunos temas sociales, su inserción en la agenda de problemas políticos y la toma de decisiones al interior de las instituciones del Estado. Se presentaron algunas breves reflexiones en torno a la regulación y la inserción semiperiférica de los desarrollos satelitales argentinos en el mercado mundial. Finalmente, se expusieron ideas en torno a la complejización de la matriz tecnoproductiva de Argentina a partir de la generación de un nuevo sector, el de telecomunicaciones.

2

EL SURGIMIENTO DE LA INDUSTRIA SATELITAL EN ARGENTINA

Hacia fines de la década de 1950, el lanzamiento exitoso del satélite soviético Sputnik I dio inicio a una confrontación geopolítica y científico-tecnológica entre los Estados nacionales por la conquista del espacio ultraterrestre (Artola, 2019). La URSS, los Estados Unidos y la Agencia Espacial Europea fueron los principales actores en desarrollar un sector industrial de alta complejidad para la puesta en órbita de satélites artificiales. Estos artefactos utilizados con fines científicos, meteorológicos, de observación terrestre o para enlaces de comunicaciones son sistemas complejos basados en proyectos, con requerimientos específicos definidos por el cliente/usuario, un alto valor unitario y una gran acumulación de conocimientos ingenieriles y científico-tecnológicos. El carácter complejo de esta tecnología se debe a que pueden desagregarse en múltiples subsistemas, conjunto de componentes y componentes. La fabricación en serie de dichos subsistemas y componentes no reduce la especificidad propia del artefacto satélite, puesto que la misma se desarrolla en función del diseño e integración de los mismos¹ (Versino y Russo, 2010).

Los sistemas satelitales están formados por un segmento espacial, cuyo principal artefacto es un satélite artificial, y un segmento terrestre formado por las estaciones de control, telemetría y datos ubicadas en tierra. Los satélites artificiales posibilitan la recolección de datos y la transmisión de los mismos a las estaciones terrenas para su procesamiento y análisis. Actualmente, existen múltiples tipos de satélites clasificados en función de su masa, de las misiones satelitales para las que son fabricados y por la altura de órbita que ocupan (Solis Santomé y Santos Reyes, 2016; López, Pascuini y Ramos, 2017).

El sector industrial encargado de la fabricación de los satélites, también comprende la manufactura de los lanzadores satelitales, el desarrollo del equipo de tierra para la recepción de la señal satelital y la provisión de los servicios satelitales para comunicaciones, observación terrestre, experimentación científica y seguridad nacional (The Tauri Group, 2015). Es importante destacar que el núcleo principal de la industria satelital corresponde a la manufactura del segmento espacial y los vehículos lanzadores

¹ La puesta en órbita de una red de satélites por la empresa *Sarlink* presenta variaciones en la definición propuesta, puesto que la construcción de dichos artefactos es en serie. Sin embargo, ello no reduce su complejidad.

(The Tauri Group, 2015). Este núcleo industrial se caracteriza por la producción de bienes de alta complejidad técnica y de carácter dual -potencialmente pueden ser usados en misiones bélicas o pacíficas-, lo cual generó que los países que dominaban dicha tecnología impusieran ciertas restricciones para el acceso al conocimiento y a la transferencia tecnológica en el sector (Blinder, 2012; Blinder, 2018).

En el desarrollo de este sector conocimiento-intensivo fue fundamental la intervención del Estado, debido a la cantidad de capital requerido para la inversión inicial, la rentabilidad a largo plazo y la magnitud de riesgo que implica la fabricación, lanzamiento y mantenimiento operativo de un artefacto en el espacio exterior (Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035). En América Latina, históricamente los Estados nacionales fueron actores fundamentales en los procesos de desarrollo industrial (Picabea y Thomas, 2015). Sin embargo, la ausencia de capacidades técnicas, operacionales, financieras y/o políticas llevó a que la participación latinoamericana en la cadena de valor satelital fuese marginal (Euroconsult, 2013).

Argentina desarrolló tempranamente capacidades tecnológicas espaciales debido a los proyectos realizados en el ámbito de la Defensa (De León, 2017). Ello posibilitó que los ingenieros y técnicos argentinos progresivamente dominen varios eslabones de la cadena de valor satelital para la manufactura de satélites científicos y de observación de la Tierra, lanzadores, estaciones de telemetría y control y satélites de telecomunicaciones a inicios del siglo XXI. La especificidad del complejo científico-tecnológico argentino no varió la inserción marginal de la región, debido a la carencia de capacidades políticas para generar la continuidad requerida en esta industria, la dependencia económica-financiera de entidades internacionales y la inserción semiperiférica en la geopolítica mundial.

2.1. Autonomía tecnológica como fundamento de la política pública

Para explicar por qué en la primera década del siglo XXI, Argentina logró ocupar y explotar comercialmente las posiciones orbitales y bandas de frecuencia con satélites de diseño y fabricación local, es necesario encuadrar a las políticas públicas del pasado reciente con políticas asociadas a la autonomía tecno-económica nacional, las cuales no constituyen una experiencia aislada, sino que se inscriben en una trayectoria de ideas que tuvieron lugar a lo largo del siglo XX.

En Argentina, el desarrollo de sectores considerados estratégicos para el país -naval pesado, aeronáutico, siderurgia, hidrocarburos, automotriz, insumos básicos, nuclear,

entre otros- no estuvo asociado a empresas privadas sino a la agencia explícita del Estado, en torno a un conjunto de ideas que identificaban el progreso nacional con la autonomía científica y tecnológica (Adler, 1987) y con el tecno-nacionalismo (Thomas, 1999). Desde mediados de la década de 1920, un grupo de ingenieros militares locales formados en el país y en el exterior, diseñaron una dinámica de cambio tecnológico de impulso endógeno bajo la agencia del Estado (Lalouf, 2005). En dicho escenario, el desarrollo productivo local de tecnologías asociadas a la defensa, así como de otras industrias básicas fue una idea sostenida principalmente por oficiales de la Fuerza Aérea Argentina desde la fundación de la Fábrica Militar de Aviones en 1927 (Picabea y Thomas, 2015).

Me siento en el deber de expresar, sin eufemismos, que, sin una franca protección del Estado, todo ese plan y cualquier otro, correrá igual suerte; porque es un secreto a voces que la producción universal de todos los productos que he enunciado está controlada por organizaciones poderosas, con medios suficientes para determinar crisis decisivas dónde y cuándo convengan (Savio, 1942, citado en La Badrich, 2016).

Este grupo técnico-castrense, en la que sobresale la figura del General Manuel Savio, sostenía que la protección y promoción del Estado era fundamental para el desarrollo de tecnologías locales en áreas estratégicas en un país semiperiférico como la Argentina, sometido a múltiples presiones internacionales. Tras el golpe militar de 1943, el pensamiento que asociaba el desarrollo de sectores estratégicos -por entonces áreas industriales pesadas- con el apoyo del Estado, pasó de la esfera propia de una fracción de las Fuerzas Armadas, a constituirse en parte sustancial del pensamiento de las autoridades del gobierno nacional (Picabea, 2010). Durante la década de 1940 y de 1950, el desarrollo local de bienes conocimiento-intensivos mediante la intervención directa del Estado se percibió como un elemento dinamizador de la matriz tecno-productiva, capaz de promover cambios cualitativos en el desarrollo económico y político del país (Picabea y Thomas, 2015). Representantes de estas ideas ocuparon puestos clave en los gobiernos y concibieron algunas estrategias sectoriales tendientes a la generación local de capacidades, tales como se registraron con la conformación del Instituto Aerotécnico de Córdoba (1943) (Urcelay, 2018), del Banco Industrial (1944), entre otras entidades.

La política tecno-económica selectiva que desarrolló el gobierno nacional durante el período 1946-1955, creó elementos sistémicos que permitieron desarrollar sectores productivos vinculados al traslado de personas y materias primas (Picabea y Lalouf,

2012). En dicho escenario, el gobierno nacional coordinó y alineó empresas públicas, proveedores nacionales e internacionales, un banco sectorial, marcos regulatorios, capacidades y recursos humanos, como así también movilizó a usuarios para la promoción del sector automotriz, al identificarlo como uno de los sectores económicos con mayor dinamismo en la estructura tecno-productiva argentina (Picabea y Thomas, 2011).

En 1958, los gobiernos desarrollistas continuaron con algunas ideas que promovían en cierta medida la autonomía tecnológica, en particular, mediante la búsqueda de estrategias para ampliar la producción local en la matriz insumo producto (Di Tella y Zimelman, 1973; Ferrer, 2004). No obstante, las políticas implementadas durante estos gobiernos se caracterizaron por el impulso exógeno -a partir de la inversión extranjera directa- como mecanismo capaz de acelerar el proceso de desarrollo industrial, el cual consideraban limitado (Azpiazu, Basualdo y Khavisse, 2004). Complementariamente a estas ideas, hacia fines de la década de 1960, un grupo de pensadores-políticos locales consideraron que la institucionalización del complejo científico-tecnológico en Argentina debía adecuarse a las necesidades locales y no a las agendas de trabajo construidas de acuerdo a intereses internacionales dominantes (Varsavsky, 1969). Desde aquel lugar, inauguraron una línea de pensamiento que instaló la importancia del fomento al complejo tecnológico y científico como estrategia para un desarrollo económico y político autónomo (Varsavsky, 1969; Herrera, 1971; Sábado, 1979).

Aceptar la tecnología del Norte significa producir lo mismo que ellos, competir con ellos en el terreno que ellos conocen mejor, y, por lo tanto, en definitiva, perder la batalla contra sus grandes corporaciones, suponiendo que se desee darla. Y digo esto último porque **si aceptamos su ciencia y su tecnología** o sea si aceptamos que nos enseñen a pensar, haremos lo mismo que ellos, y entonces **pierde sentido toda lucha por la independencia económica o incluso política** (Varsavsky, 1969: 44, el resaltado es propio)

En dicho escenario, las ideas de desarrollo económico y producción industrial convergieron, en algún sentido con las ideas de autonomía tecnológica y científica, las cuales se materializaron en algunas experiencias productivas de bienes de consumo (Cáceres y Urcelay, 2018).

La dictadura militar de 1976, a excepción de algunos sectores específicos, tales como el complejo industrial nuclear (Hurtado de Mendoza, 2010) y de vectores de lanzamiento (De León, 2017), revocó todas las políticas públicas que fomentaban la ciencia y la

tecnología² y desestimuló la industria en general (Azpiazu y Schorr, 2010). No obstante, el apoyo público al complejo nuclear y de vectores de lanzamiento posibilitó la generación de múltiples capacidades de diseño y producción de tecnologías conocimiento-intensivas al interior de instituciones tecnológicas, tales como la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) (Hurtado de Mendoza, 2010; De León, 2017; De León, 2018).

Hacia el año 2001, se puso de manifiesto el agotamiento de la política de liberalización de los mercados, de reducción de la esfera de incumbencia del Estado, de transferencia de las empresas estatales al sector privado más concentrado, de flexibilización laboral, entre otras medidas que derivaron en una situación socio-económica y política crítica (Pucciarelli y Castellani, 2017). Tras dicho escenario, una nueva administración gubernamental adoptó como estrategia explícita la planificación y la intervención del Estado en distintas esferas productivas, vinculado al sostenimiento de un modelo de acumulación que tenía como objetivos la recuperación de las bases productivas y el desarrollo socio-económico del país (Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos estratégicos 2012-2015).

A partir del año 2003, el gobierno nacional mediante la sanción de regulaciones sectoriales, recuperó y creó un conjunto de empresas públicas -YPF, el Correo Oficial de la República Argentina, Fábrica Argentina de Aviones (FAdeA), Trenes Argentinos, Talleres Navales Dársena Norte (TANDANOR), Aerolíneas Argentinas, Austral, YPF Tecnología S.A. (Y-TEC), Empresa Argentina Soluciones Satelitales Sociedad Anónima (ARSAT S.A.), entre otras-, que posibilitaron al mismo tiempo reactivar la estructura tecno-productiva local y desarrollar múltiples capacidades tecnológicas (Rubio, Núñez y Diéguez, 2018). Mediante estas políticas públicas, el Estado reidentificó los sectores de transportes y comunicaciones como áreas claves en términos de 1- integración del territorio nacional; 2- promoción industrial; 3- estimulación del sector privado y 4- defensa de los recursos naturales del país como expresión de soberanía. Estas iniciativas gubernamentales sin planificación explícita se complementaron con la sanción del Plan Argentina 2020³ y planes sectoriales -Plan Argentino de Reactivación Nuclear (2006), Plan Naval Argentino (2013), Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035 (2015), entre otros. Esta capacidad del Estado para definir, mediante la

² Áreas ya afectadas por el exilio de personal calificado desde la noche de los bastones largos durante la dictadura de Juan Carlos Onganía de 1966.

³ El Plan Argentina 2020 identificó y definió seis núcleos socio-productivos para fortalecer un desarrollo económico inclusivo: 1-agroindustria, 2- ambiente y desarrollo sustentable, 3- desarrollo social, 4- salud, 5- energía e 6- industria (Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos estratégicos 2012-2015).

política pública tácitamente, áreas prioritarias para el desarrollo nacional, constituía una recuperación del pensamiento de mediados del siglo XX, ideario clave para planificar el proceso de industrialización y cambio tecnológico en el país. En un escenario mundial caracterizado por la aceleración del cambio tecnológico, el gobierno nacional consideró a la ciencia y la tecnología como insumos estratégicos para el cumplimiento de tales objetivos (Bianchi, 2018).

2.1.1. La industria satelital: un sector estratégico

En noviembre de 2015 el gobierno nacional, mediante la sanción de la ley de Desarrollo de la Industria Satelital y la aprobación del Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035 (2015), consideró de “interés nacional la promoción de la industria satelital como política de Estado y prioridad nacional” (Ley N° 27.208/15, art. 1). No obstante, regulaciones sectoriales previas, declaraciones oficiales y la expresión material de tales iniciativas gubernamentales daban cuenta de la importancia atribuida por el Estado al diseño y producción local de satélites.

La industria satelital, por su carácter de tecnología dual, así como por los requerimientos cognoscitivos y los ingresos netos que genera, es considerada un sector estratégico, tanto por el Estado argentino como por las grandes potencias mundiales como EE.UU., China o la Unión Europea, entre otros (Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035, 2015).

En el 2006, la industria satelital registró ingresos a nivel global por U\$S106 mil millones y una tasa de crecimiento del 19% respecto al año anterior. Durante el período de diseño, fabricación y lanzamiento del primer satélite de telecomunicaciones de Argentina, ARSAT-1 (2006-2014), los ingresos globales del sector mantuvieron una tendencia creciente, al pasar de U\$S 106 mil millones en 2006 a U\$S 203 mil millones en 2014, de los cuales, U\$S 58,3 mil millones correspondían al desarrollo de equipamiento terrestre; U\$S 5,9 mil millones por los servicios de lanzamientos; U\$S 15,9 mil millones por la construcción de satélites y U\$S 122,9 mil millones por la venta de servicios satelitales. De este último valor, U\$S 100,9 mil millones, correspondían a la comercialización de servicios satelitales de TV, radio y banda ancha (The Taury Group, 2015).

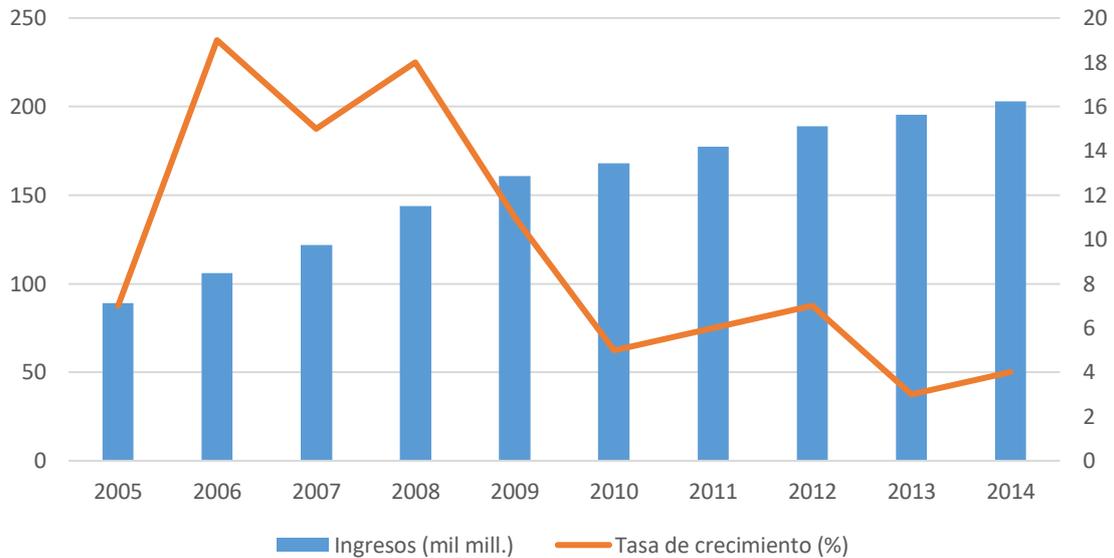
**Cuadro N°1: Ingresos globales de la industria satelital mundial por actividad
(2005-2014)**

Año	Servicios satelitales (mil mill. u\$s)	Construcción de satélites (mil mill. u\$s)	Lanzamientos (mil mill. u\$s)	Equipamiento terrestre (mil mill. u\$s)	TOTAL (mil mill. u\$s)
2005	s/d	s/d	s/d	s/d	89
2006	s/d	s/d	s/d	s/d	106
2007	s/d	s/d	s/d	s/d	122
2008	s/d	s/d	s/d	s/d	144
2009	92,8	13,4	4,5	49,9	160,6
2010	101,3	10,7	4,4	51,6	168
2011	107,8	11,9	4,8	52,8	177,3
2012	113,5	14,6	5,8	54,9	188,8
2013	118,6	15,7	5,4	55,5	195,2
2014	122,9	15,9	5,9	58,3	203

Fuente: elaboración propia en base a datos de The Tauri Group (2015)

El Cuadro N°1 da cuenta de una tendencia creciente en la generación de ingresos por el sector satelital a nivel global desde inicios del siglo XXI, en las distintas actividades que lo conforman. Sólo se registran caídas para la actividad “Construcción de satélites”, la cual pasa de u\$s 13,4 mil millones en 2009 a u\$s 10,7 mil millones en 2010, siendo reflejado en la actividad “Lanzamientos” una caída aún menor en el mismo período, de u\$s 4,5 mil millones a u\$s 4,4 mil millones. Una situación similar se registró entre los años 2012-2013 cuando esta última actividad registró una caída en el nivel de ingresos al pasar de u\$s 5,8 mil millones a u\$s 5,4 mil millones.

Gráfico N°1: Variación de ingresos globales y tasa de crecimiento de la industria satelital mundial (2005-2014)



Fuente: elaboración propia en base a datos de The Tauri Group (2015)

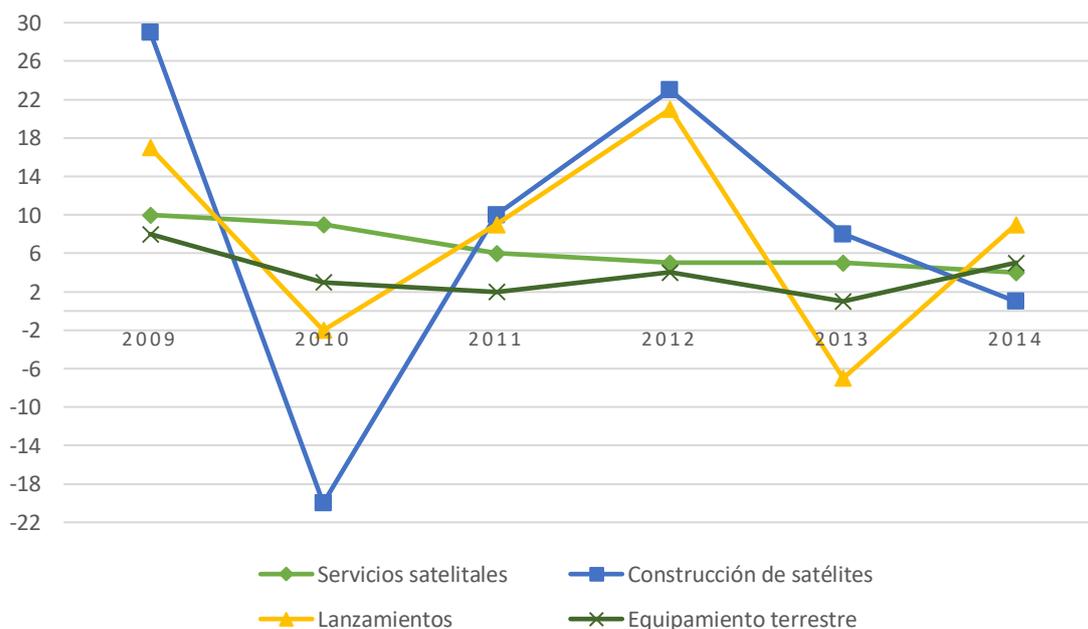
Si bien la tendencia general de ingresos del sector satelital es positiva, la tasa de crecimiento a nivel global es decreciente. Según la teoría del ciclo de vida de producto, en la evolución de un sector industrial se reconocen tres fases: introductoria o exploratoria, de desarrollo y de madurez. La primera de estas fases se caracteriza por un amplio margen de incertidumbre y un bajo nivel de comercialización, puesto que existen múltiples tecnologías en competencia, así como soluciones para responder a la demanda del mercado. En la segunda fase el volumen de ventas crece rápidamente debido a la existencia de tecnologías desarrolladas mediante más técnicas más avanzadas para responder a la demanda insatisfecha. En la tercera fase, si bien el mercado continúa en crecimiento es más predecible. La fabricación y la gestión alcanzaron cierto grado de madurez que redujeron la incertidumbre, al mismo tiempo que se alcanzaron cubrir en gran medida la demanda (Barberá Tomas,2010).

Yoguel, Barletta y Pereira (2013) recuperaron las ideas de Saviotti, quien se alejó de las interpretaciones clásicas que explicaban la dinámica de la innovación a partir de diseños dominantes, rendimientos decrecientes de la I+D e innovaciones radicales, ya que puso el acento en la demanda. Este autor planteaba que durante el ciclo de vida de un sector industrial se crean simultáneamente por el lado de la oferta capacidad productiva, y por el lado de la demanda consumidores. En la fase de madurez de un sector se produce cierta desaceleración del crecimiento a partir de la saturación de la demanda.

La industria satelital presentaba cierta madurez, puesto que existía a nivel mundial tecnología estabilizada, diseños dominantes y de alta confiabilidad, así como técnicas y procesos reconocidos y aceptados entre los actores intervinientes. A inicios del siglo XXI surgieron varios sistemas satelitales nacionales en América, Asia y África, así como la necesidad de reemplazar satélites de sistemas ya existentes producto del agotamiento de su vida útil. Sin embargo, esta demanda se redujo respecto a fases previas del ciclo de vida del sector, particularmente debido a que las posiciones orbitales siendo un recurso finito imponían ciertas restricciones a la misma.

En el marco de la crisis mundial, la tasa de crecimiento se redujo 13 puntos en el bienio 2008-2010, con la confirmación de los pronósticos de consultoras especializadas que consideraban el 2008 como año en que la actividad alcanzó su cenit (UIT, 2009). La crisis financiera afectó al sector satelital, al igual que a otros rubros de la economía. La disminución de la demanda de servicios por satélite, principalmente en áreas aisladas y de baja densidad poblacional y las dificultades de financiamiento de los proyectos constituyen variables que explican la caída registrada en la tasa de crecimiento hacia el bienio 2008-2010. Sin embargo, el ciclo de producción del artefacto a largo plazo - planificación, fabricación y lanzamiento- atenuó las consecuencias de la crisis financiera sobre el sector (UIT, 2009).

Gráfico N °2: Tasas de crecimiento de Construcción de Satélites; Lanzamientos, Equipamiento Terrestre y Comercialización de Servicios Satelitales a nivel mundial (2009-2014)



Fuente: elaboración propia en base a datos de The Tauri Group (2015)

El análisis de la tasa de crecimiento desagregada por actividad también presenta un carácter decreciente. La tasa de crecimiento de la comercialización de servicios satelitales pasó de 10% en 2009 a 4% en 2014. La tasa de crecimiento de la actividad “construcción de satélites” registró oscilaciones en el mismo período, lo cual respondió principalmente al ciclo de producción de tales artefactos en un período de crisis. En 2014 sólo registró una tasa de crecimiento del 1% respecto al año anterior, habiendo sido del 29% hacia el 2009. La tasa de crecimiento de la actividad de los lanzadores, también presentó oscilaciones significativas, reflejo de la actividad de producción. Por último, la tasa de crecimiento del equipamiento terrestre, si bien presentó variaciones entre 2009-2014 fueron menos significativas, al pasar de un 8% en 2009 a 5% en 2014. Si bien el análisis de la tasa de crecimiento general del sector satelital, y de las actividades específicas es decreciente, es importante destacar que este sector industrial creció ligeramente por encima del crecimiento económico mundial (2.6%) lo cual da cuenta de su dinamismo (The Taury Group, 2015).

El interés de los Estados en general, y el Estado argentino en particular, en el desarrollo de la industria satelital de telecomunicaciones se debió a las perspectivas de negocios rentables con alta contribución al Producto Bruto Nacional en función del crecimiento global del sector. Sin embargo, es importante destacar que esta rama industrial es estratégica y, por lo tanto, su desarrollo trasciende la obtención de beneficios económicos directos.

El carácter estratégico de un sector tecno-productivo se puede estimar por su capacidad para movilizar el conjunto de la economía en un determinado modelo de planificación del Estado debido a sus capacidades específicas, siendo variadas en el caso del sector satelital:

- 1- En un escenario caracterizado por la globalización, los satélites constituyen parte de la infraestructura de las redes troncales de telecomunicaciones que permiten brindar servicios a usuarios finales en puntos donde las comunicaciones por sistemas terrestres resultan nulas o ineficientes. La extensión territorial de Argentina, la alta densidad poblacional en centros urbanos y la existencia de áreas aisladas o de difícil acceso promueven el desarrollo de la tecnología satelital (Domínguez, 1991);
- 2- La industria satelital es intensiva en capital, en parte por su concentrada actividad de I+D, la cual tiene un efecto sinérgico en otras industrias (Ingeniería de Organización de Empresas, 2002);

- 3- El nivel de inversión requerida en I+D, el desarrollo de productos, instalaciones y bienes de capital supera la media demandada por otros sectores industriales. Por lo tanto, los altos costes de inversión, el alto riesgo y la rentabilidad a largo plazo condicionan la participación privada, siendo el apoyo del Estado esencial en la promoción de este sector (Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035, 2015).
- 4- La tecnología satelital tiene aplicación tanto en el ámbito civil como militar (De León, 2018). Debido a esta dualidad, las tecnologías satelitales -electrónica, ingeniería de sistemas y subsistemas, satélites, radares, entre otros- contribuyen en forma decisiva en el sector de defensa y seguridad nacional, lo cual refuerza la presencia del Estado en el desarrollo de la misma. El Estado argentino asoció la defensa de la tecnología satelital a la defensa de los recursos naturales del país y el ejercicio de la soberanía en el espacio ultraterrestre (Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035, 2015);
- 5- La sinergia entre el ámbito civil y militar genera oportunidades de desarrollo de esta industria, al crear economías de escala capaces de absorber los altos costos fijos de inversión requeridos;
- 6- La demanda generada por los campos civil y militar está conducida principalmente por instituciones públicas, por lo cual la industria satelital, al igual que otros sectores es dependiente del poder de compra del Estado. Si bien ello representa una ventaja, la vuelve vulnerable a las oscilaciones presupuestarias de las distintas administraciones de gobierno (Thomas, Versino y Lalouf, 2008);
- 7- Este sector constituye una industria de síntesis, con gran capacidad de integración de componentes, subsistemas y sistemas (Ingeniería de Organización de Empresas, 2002);
- 8- Dado los estándares de calidad exigidos a los artefactos satelitales, en términos de seguridad, fiabilidad, bajo impacto ambiental, elevada potencia y eficiencia, la industria satelital demanda personal calificado para las tareas de ingeniería, diseño, producción, integración y operación. En países como Argentina, principalmente la formación de recursos humanos con titulación universitaria tiene lugar en instituciones públicas, financiadas con recursos del Estado. Por lo tanto, las oscilaciones presupuestarias que afectan al sector satelital actúan no sólo como un mecanismo expulsor de mano de obra calificada sino como el promotor de un aprovechamiento ineficiente de los recursos del Estado (Krakowiak, 2018);
- 9- El desarrollo de tecnologías satelitales genera nuevas tecnologías y un *know-how* que circulan entre los distintos actores de la cadena de valor satelital, pero

que pueden ser reaplicados a otros sectores industriales, tales como metal-mecánica, electrónica, informática, diseño, materiales, automotriz, aeronáutica, sector agropecuario, entre otros (Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035, 2015).

10- Los artefactos satelitales tienen un ciclo de vida de larga duración en comparación con otras tecnologías. Este ciclo comprende desde la adquisición de los conocimientos; la inversión en I+D; la validación de subsistemas y componentes, aptos para su utilidad en el espacio exterior; el cumplimiento de estrictos estándares internacionales de calidad; los estudios de mercado; la fase de producción; la colocación en el espacio y la puesta en operación de los equipos. Por ello, el diseño y la producción local de artefactos satelitales demanda planificación y políticas de Estado a nivel económico, industrial, educativo y tecnológico (Hurtado, Bianchi y Lawler, 2017).

2.2. El complejo científico-tecnológico espacial

Una de las primeras experiencias en las que se materializó el interés del Estado nacional por el espacio ultraterrestre fue a través de la creación de la Escuela de Astronáutica mediante el Decreto PEN Nº 11.145/58. El proyecto surgió en un grupo de militares de la Fuerza Aérea Argentina, liderados por el brigadier general Ángel María Zuloaga y el oficial aéreo e ingeniero electromecánico Teófilo Tabanera (De León, 2018). El objetivo de la Escuela era fomentar estudios e investigaciones que posibilitaran la navegación en el espacio. Para ello, se consideraba necesario el esfuerzo común de los Institutos Universitarios y otros centros científicos (art. 2. Decreto PEN Nº 11.145/58). Este hecho fue trascendente pues representó la primera intervención del Estado en la materia, y constituyó el antecedente inmediato de la primera agencia espacial de América Latina.

Durante los meses siguientes a la creación de la Escuela, se organizaron reuniones entre el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la CNEA, la Facultad de Ciencias de la Universidad de Buenos Aires, la Asociación Argentina Interplanetaria y el Observatorio de La Plata con el fin de delinear la política argentina en materia espacial (De León, 2018). En una de las reuniones desarrollada en noviembre de 1959, bajo el liderazgo de Humberto Ciancaglini, Teófilo Tabanera presentó un informe sobre el uso de cohetes sonda para el estudio de la alta atmósfera. En el mismo, proponía comprar equipamientos considerados obsoletos en el exterior, para estudiar exhaustivamente las técnicas constructivas utilizadas en Estados Unidos, Francia y Japón (Tabanera, 1960). Dicho análisis fue decisivo porque: 1- puso en

evidencia la acumulación de capacidades en el sector espacial a partir de la recuperación de la experiencia de los años 1947-1948 en la construcción de motores a combustible líquidos⁴ y cohetes con propulsores sólidos⁵ del Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA), del Taller Regional de Quilmes y de la División Proyectos Especiales III del Instituto Aerotécnico de Córdoba⁶ y 2- sentó las bases del Programa Nacional de Investigaciones Espaciales (Tabanera, 1960). El Programa promovía el desarrollo de cohetes sonda de corto alcance y la construcción de las instalaciones de tierra y equipos para la observación y seguimiento del vehículo (De León, 2018).

En 1960, el gobierno nacional apoyó el Programa y creó la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) mediante el Decreto PEN Nº 1.164/60. Este organismo, bajo la Secretaría de Aeronáutica, tenía como función propiciar investigaciones espaciales en el país con apoyo extranjero, ya sea mediante convenios de colaboración, intercambio de técnicos, becas de capacitación y realización de cursos en el exterior (Art. 2 Decreto PEN Nº 1.164/60). Para promover y coordinar los estudios locales de la ciencia y la tecnología espacial, la ex Escuela de Astronáutica, resignificada como Instituto Nacional de Astronáutica quedó bajo la órbita de la CNIE (Art. 6 Decreto PEN Nº 1.164/60).

Bajo la dirección de Tabanera, la CNIE destinó el 80% de su presupuesto al establecimiento de convenios con universidades nacionales e institutos específicos para el desarrollo de investigaciones científicas y tecnológicas sobre estructuras, motores cohete, sistemas de propulsión, mecánica de fluidos, inyectores, técnicas de telemetría, aerodinámica, electrónica, señales de radiofrecuencia de satélites, circuitos impresos y transistorizados, entre otros (Tabanera, 1962). Estas investigaciones permitieron a los ingenieros acumular conocimientos teórico-prácticos y capacidades tecnológicas para encarar el diseño y la producción local de vectores de lanzamiento y el diseño de satélites de investigación.

⁴ Los motores de combustible líquido consisten en una cámara de combustión en la que tiene lugar la reacción, luego del ingreso del oxidante y el propelente. Ambos componentes ingresan a la cámara y se mezclan justo antes del proceso de combustión sin explosión.

⁵ Los cohetes con propulsores sólidos, también contienen un oxidante y un propelente. La diferencia radica en que estos componentes se encuentran íntimamente mezclados en un tubo motor, conectado a la cámara de combustión.

⁶ La División Proyectos Especiales I se ocupó del proyecto Pulqui I y la División Proyectos Especiales II, del Ñancú (Urcelay, 2020).

2.2.1. La producción local como estilo socio-técnico de la CNIE

Los funcionarios de la CNIE, alineados con las ideas que asociaban el desarrollo nacional con la producción industrial, promovían el diseño y la fabricación de tecnologías espaciales en el país, por lo que se identifica al interior de la institución un estilo socio-técnico endógeno (Picabea y Cáceres, en prensa). En 1961, se reestructuró el ex Instituto Aerotécnico de Córdoba⁷ (1943) bajo la dependencia de la Dirección Nacional de Fabricaciones e Investigaciones Aeronáuticas (DINFIA) (Urcelay, 2019), y se creó el Instituto de Investigaciones Aeronáuticas y Espaciales (IIAE), como entidad ejecutora de los proyectos locales de lanzamiento. Si bien los primeros vectores de lanzamiento no superaron la fase de prototipo, posibilitaron: 1- el desarrollo de aprendizajes a partir de la interacción entre el personal local y los especialistas europeos y norteamericanos; 2- la incorporación de equipos y componentes importados en las dependencias de la CNIE y 3- la participación de los equipos argentinos en proyectos internacionales, tales como la “Operación Nube de Sodio” desarrollada por el *Centre National d’Études Spatiales* (CNES) de Francia (De León, 2018). En 1963, la visibilización internacional de la CNIE favoreció la visita del director del Centro Espacial Marshall, el Dr. Wernher Von Braun, al túnel de viento⁸ y los talleres de fabricación del IIAE en Córdoba, interesado en la posibilidad de cooperación entre la Argentina y la NASA (Autor, 1963). En dicho escenario, algunos militares aeronáuticos argentinos empezaron a pensar en la puesta en órbita de un satélite artificial con tecnología local.

La producción de lanzadores locales demandó a la CNIE inversión en I+D, apoyo industrial, y el desarrollo de infraestructura terrestre. En 1964, la Fuerza Aérea creó el Centro de Experimentación y Lanzamiento de proyectiles Autopropulsados Atlántico, ubicado en la localidad de Mar Chiquita, Buenos Aires. Si bien este emplazamiento cercano al océano Atlántico dificultaba la recuperación de los cohetes, favorecía la puesta en órbita de satélites, actividad que el país no dominaba, pero que aspiraba a desarrollar (Resolución 966/64). En 1967, desde la base de Mar Chiquita se lanzaron pequeños cohetes sonda de diseño y producción nacional, así como cohetes franceses y norteamericanos (Aeroespacio, 1978).

⁷ El Instituto Aerotécnico de Córdoba se creó en 1943 sobre la base de la Fábrica Militar de Aviones de 1927. En 1952, bajo los lineamientos del Segundo Plan Quinquenal, pasó a denominarse Industrias Aeronáuticas y Mecánicas del Estado e incorporó como actividad la industria automotriz. Tras el golpe de Estado de 1955, IAME cambió de nombre a DINFIA. En 1967, el sector automotriz quedó bajo la órbita de Industrias Mecánicas del Estado (IME), y la actividad aeronáutica y aeroespacial bajo DINFIA.

⁸ Herramienta de investigación desarrollada para simular las condiciones que experimenta un objeto –avión, naves espaciales, misiles, automóviles, edificios o puentes- ante la propulsión de aire o gas alrededor de él.

En 1969, el comodoro e ingeniero Juan José Tasso presentó a la CNIE un informe que tenía como objetivo la puesta en órbita de tres o cuatro satélites anuales, dedicados a la investigación científica, navegación, geodesia y comunicaciones, entre otros. El proyecto se caracterizaba por una participación incremental de recursos argentinos en el desarrollo de las tecnologías espaciales. La fase inicial del proyecto comprendía la utilización de instalaciones y tecnología extranjera, tanto para el desarrollo del satélite, como para la base de lanzamiento y el vehículo lanzador. En las siguientes fases, la acumulación de conocimientos y capacidades permitiría reducir la participación extranjera proporcionalmente al incremento de la participación argentina. La estrategia explícita en el informe era la adquisición paulatina de conocimientos y capacidades por parte de los ingenieros y técnicos locales a partir de la interacción con centros especializados.

Es necesario mantener un contacto continuo con los centros tecnológicos y científicos extranjeros, contacto basado en la realización de programas conjuntos de trabajo. Solamente así se podrán obtener los conocimientos operativos y técnicos necesarios y contar con la disponibilidad de algunos equipos indispensables para llevar a cabo el plan (Tasso, 1969, citado por De León, 2017: 27).

Dados los costos estimados del proyecto, \$ m/n 5.000 millones (más de U\$S 10 mil millones de 2020) Tasso consideraba que el mismo quedaba por fuera de las posibilidades de realización de la CNIE y del IIEA, con un presupuesto anual de \$ m/n 50 millones (más de U\$S 103 millones de 2020) y \$ m/n 200 millones (más de U\$S 412 millones de 2020) respectivamente para el año 1969 (De León, 2017).

Asimismo, resulta evidente que, en alguna etapa a fijarse, *el esfuerzo deberá ser nacional y no institucional*, dadas las erogaciones y las implicancias existentes (Tasso, 1969, p. 15). Por lo tanto, Tasso planteaba interesar al Estado nacional en los proyectos espaciales para el desarrollo de un sistema espacial de producción endógena. Sin embargo, el informe no clarifica si dicho esfuerzo nacional debía entenderse a partir de su incorporación al presupuesto nacional o mediante la asignación de créditos específicos.

La existencia de estos proyectos da cuenta del interés al interior de la CNIE en el desarrollo de satélites locales. Sin embargo, durante la década de 1970 e inicios de 1980, la actividad espacial argentina estuvo centrada principalmente en el desarrollo de lanzadores de diseño y fabricación local, antecedentes del cancelado Proyecto Cóndor

y del actual lanzador Tronador⁹. De todas formas, dicho análisis excede ampliamente los límites de este trabajo, restringido a los desarrollos satelitales con recursos físicos y humanos locales¹⁰.

2.2.2. El SAC-1

El proyecto de producción de un satélite artificial con fines astronómicos comenzó de manera informal entre un grupo de científicos argentinos que trabajaban en el Centro Espacial Goddard de la NASA. En 1982, luego de un partido de fútbol en las instalaciones de Goddard, Mario Acuña, un ingeniero cordobés dedicado a la exploración espacial desde hacía más de una década radicado en los Estados Unidos, le propuso al astrónomo platense Marcos Machado hacer un satélite. Marcos Machado, que por ese entonces trabajaba en *Solar Maximum Mission*¹¹ de la NASA, aceptó la idea, puesto que la fabricación nacional de un satélite era una aspiración que poseía de niño (Bär, 2018). Al año siguiente, Machado regresó a la Argentina para trabajar en la CNIE, y organizó el Grupo de Física Solar del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), un instituto perteneciente al CONICET dedicado a la investigación de las ciencias del Universo. Allí comenzaron los trabajos preliminares del satélite argentino con la participación de Horacio Ghielmetti, luego director del IAFE; Ana María Hernández, doctora en física y experta en el área nuclear experimental; el ingeniero Daniel Caruso; el físico Mario Gulich y la astrofísica Marta Rovira (Sierra, 1989).

La experticia científico-tecnológica acumulada por el equipo argentino posibilitó que estos definieran: 1- los requerimientos de misión del satélite; 2- los objetivos de la misión y 3- los componentes de la carga útil. Entre los requerimientos establecieron que: a- la órbita sería cuasi-polar y circular, ya que permitiría visibilizar toda la superficie de la Tierra, pues dado que mientras el satélite se desplazaría en sentido Sur-Norte, la Tierra lo hace en sentido Este-Oeste (Duarte Muñoz, 2015); b- el satélite operaría a una altitud de 500 kilómetros con una inclinación respecto al plano ecuatorial de 97,36° en un

⁹ La CNIE durante 1967 y 1969 desarrolló el Proyecto BIO con el envío de seres vivos al espacio exterior; cohetes sonda; desarrollo de instrumentos y equipos; entre otros.

¹⁰ Ver Domínguez, N. (1991), *Satélites. Más allá de la tecnología y de la guerra*. Tomo II. Buenos Aires, Instituto de Publicaciones Navales; De León, P. (2017), *El proyecto del Misil Cóndor. Su origen, desarrollo y cancelación*, Carapachay, Lenguaje Claro; De León, P. (2018) *Historia de la actividad espacial en Argentina*, Carapachay, Lenguaje Claro.

¹¹ Observatorio de la NASA dedicado a estudiar al Sol. Fue lanzado el 14 de febrero de 1980 y recuperado, reparado y puesto nuevamente en órbita. <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/heasarc/missions/solarmax.html> (Recuperado el 26 de marzo de 2019)

período de 94,68 minutos; c- la variación del nodo ascendente¹² sería de 0,9856° por día; d- el satélite entraría en el cono de sombra cada 108 días al año, siendo la duración máxima de eclipse de 22,6 minutos; y el e- el servicio de lanzamiento sería provisto por un vector tipo SCOUT¹³ o por un transbordador espacial desde una base en California (Sierra, 1989).

Para analizar el espectro de la energía solar, el equipo técnico estableció que la carga útil del satélite comprendiera: Espectrómetro¹⁴ de Rayos Gamma de resolución intermedia, Detector de Neutrones Solares Rápidos de baja resolución, Detector de Rayos X duros con resolución temporal y Monitor de Partículas Cargadas para medir el flujo de las partículas atrapadas en los anillos de radiación de la Tierra (Sierra, 1989).

Mario Acuña quien conocía el trabajo que estaban llevando adelante los ingenieros argentinos propuso la presentación del proyecto argentino Satélite de Aplicaciones Científicas-1 (SAC-1) en un concurso internacional organizado por la agencia espacial norteamericana. Aunque el SAC-1 no fue seleccionado, la participación en el llamado posibilitó la colaboración entre la CNIE, el IAFE y la NASA (Giménez de Castro, 2017; H. Loffler, comunicación personal, 23 de octubre de 2019). En julio de 1987, una delegación de la NASA visitó Buenos Aires con el objetivo de afianzar los vínculos de cooperación con la CNIE. En esta reunión se decidió que la NASA proveería el cohete portador y los servicios de lanzamiento, mientras que la CNIE se ocuparía de construir la plataforma satelital. La estrategia detrás de esta decisión era contar con un satélite de investigación científica y generar nuevos conocimientos en los equipos locales que pudiesen ser reaplicados en otros proyectos satelitales (Sierra, 1989).

La CNIE y el IAFE carecían de los recursos físicos y humanos para comenzar la fabricación de la plataforma del satélite, por ello junto a ingenieros de la NASA decidieron visitar las instalaciones de la empresa Investigaciones Aplicadas Sociedad del Estado (INVAP S.E.) en la ciudad de San Carlos de Bariloche, Río Negro. INVAP S.E. es una empresa del Estado que inició sus actividades en 1976, dedicada a la fabricación de sistemas complejos de alta tecnología. En sus inicios, la empresa estuvo estrechamente vinculada a la CNEA, por lo que originalmente sus actividades se centraron en la producción de reactores nucleares de investigación y reactores para la producción de radioisótopos (Versino, 2006). Conrado Varotto, gerente general de INVAP S.E., en base

¹² Es el punto donde el satélite cruza el plano ecuatorial desde el hemisferio sur al hemisferio norte celeste (Duarte Muñoz, 2015)

¹³ Vehículo de lanzamiento de combustible sólido, carga útil liviana y bajo costo desarrollado por la Fuerza Aérea de Estados Unidos y la NASA a fines de la década de 1950. Retirado de servicio activo desde 1994.

¹⁴ Es un instrumento óptico que se usa para medir las propiedades de la luz sobre una porción específica del espectro electromagnético.

a los conocimientos acumulados en la gestión de proyectos complejos, ofreció al equipo de la CNIE hacerse cargo de la fabricación del satélite. Sin embargo, los ingenieros de la NASA dudaban de las capacidades de INVAP S.E., particularmente debido a la inadecuación de las instalaciones para ejecutar la fabricación y el ensamble del artefacto. Ante ello, Varotto propuso la construcción de una sala limpia, adecuada para construir, ensamblar e integrar el satélite en los terrenos que la empresa poseía en Villa Golf, Bariloche. Los costos de construcción corrieron por cuenta de la empresa, puesto que ni la CNIE, ni el IAFE contaban con presupuesto para ello (Bär, 2017).

Mientras INVAP S.E. inició la obra de construcción de la sala limpia, los científicos norteamericanos revisaron la planificación técnica del SAC-1 y elaboraron dos propuestas de misión con nuevos requerimientos. La primera propuesta tenía un objetivo similar a la elaborada por el equipo del IAFE, pero con un equipamiento más complejo que demandaba un salto tecnológico para los ingenieros argentinos, encargados del diseño y construcción de la plataforma satelital. La segunda propuesta ampliaba el objetivo de la misión al analizar la dinámica de los plasmas de altas temperaturas producidos durante el proceso de erupción solar. Para ello, se requerían distintos componentes de carga útil respecto a la propuesta original, pero no se introducían variaciones respecto a la rotación y estabilización del satélite. El análisis de la misión y los conocimientos que circulaban entre los ingenieros locales determinaron la inclinación por la segunda propuesta, el diseño de un satélite científico de objetivo múltiples (Ghielmetti, 1987).

Los funcionarios del gobierno nacional, el personal del IAFE y la CNIE compartían el pensamiento de que el país requería desarrollar tecnologías en áreas estratégicas, tal como la espacial. Si bien la presidencia de Alfonsín produjo en términos políticos una ruptura respecto a la última dictadura militar, mantuvo una línea de continuidad en la política espacial¹⁵, actividad que estaba bajo la dirección de instituciones dependientes de la Fuerza Aérea Argentina. El Estado, mediante la Res. Nº 388/86 declaró de interés nacional el desarrollo del vehículo lanzador Cóndor II, en contraposición a lo que establecía el Tratado de Tlatelolco¹⁶ (1967) y el Tratado de No Proliferación de Armas

¹⁵ También existió continuidad en la política nuclear entre la dictadura de 1976 y el gobierno democrático de 1983 (Hurtado de Mendoza, 2014).

¹⁶ Tratado para la Proscripción de Armas Nucleares en la América Latina y el Caribe firmado en la ciudad de Tlatelolco (México). El mismo prohíbe el ensayo, uso, fabricación, producción o adquisición, emplazamiento e instalación de toda arma nuclear. Si bien Argentina firmó dicho tratado, mantuvo una posición heterodoxa al no ratificarlo por considerar que el mismo constituía un trato discriminatorio que promovía el “desarme de los desarmados” (Hurtado de Mendoza, 2014).

Nucleares¹⁷ (1968) (Blinder, 2018). Por otra parte, el subsecretario de Defensa expresó:

Nosotros visualizábamos que no solamente el Cóndor nos iba a permitir desarrollarnos tecnológicamente en un ámbito de avanzada, que es el tema de los transportadores, sino que **íbamos a poder brindarle a la Argentina la posibilidad de colocar satélites de mediana órbita con transportador propio** (Juanarena, 2010 citado en De León, 2017:158, el resaltado es propio).

El Estado, mediante el discurso y la sanción de políticas públicas apoyaba los proyectos aeroespaciales de la Fuerza Aérea Argentina en sectores industriales estratégicos para el país. Sin embargo, el desarrollo de tecnologías complejas -vectores de lanzamiento y satélites- resultaban una amenaza para el orden hegemónico mundial. En primer lugar, Argentina no era un país confiable para los países que conformaban la OTAN, principalmente luego de la declaración de guerra a Inglaterra por el reclamo de soberanía en las Islas Malvinas (1982). En dicho escenario, el desarrollo del vector Cóndor II, era significado por estos países como un misil de alcance medio, con llegada a las islas en disputa. En segundo lugar, el dominio de la tecnología de puesta en órbita de satélites -vectores de lanzamiento- atentaba contra el monopolio de la NASA en la materia (Blinder, 2012). Por lo tanto, los países hegemónicos liderados por los EE.UU. ejercieron múltiples presiones para el abandono de la política tecnológica nacional de carácter autonomista.

2.3. La creación de CONAE

En 1989, en un escenario local dominado por la crisis económica y la hiperinflación, Carlos Menem asumió la presidencia de la Nación, tras el retiro anticipado de Raúl Alfonsín. Si bien existían presiones diplomáticas para el desmantelamiento del Proyecto Cóndor II, el gobierno nacional se había mostrado favorable a la continuidad del proyecto que se desarrollaba en Falda del Carmen (Menem, 1999). Sin embargo, ante las detenciones en Italia y Zúrich a técnicos que estuvieron vinculados al proyecto, acusados de traficar armas ilegales a Medio Oriente; la negativa de Gran Bretaña a que Argentina desarrolle un misil capaz de alcanzar las Islas Malvinas; las sospechas del Departamento de Estado de EE.UU. sobre transferencia tecnológica entre Argentina y

¹⁷ Tratado cuyo objetivo era la no-prolifерación, el desarme y el uso pacífico de la energía nuclear bajo el establecimiento de salvaguardias. Argentina mantuvo una posición crítica puesto que consideraba que la norma discriminaba entre países poseedores y no-poseedores de tecnología nuclear (Ledesma, 2007).

países no alineados como Irak o Libia; y la presión del ministro de economía, el poder ejecutivo decretó el inicio de una política de alineación con los EE.UU. en paralelo al abandono de la producción local de tecnologías estratégicas. El 28 de mayo de 1991, el gobierno nacional, mediante el Decreto PEN N° 995/91 estableció 1- la creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), una agencia espacial civil (Art. 1); 2- la disolución de la CNIE y el traspaso de todos sus activos y obligaciones a la CONAE (Art. 8); y 3- la desactivación, desmantelamiento, reconversión e inutilización de todos los componentes del Proyecto Cóndor para su cancelación irreversible (Art. 8).

Las funciones de la CONAE consistían en favorecer la investigación espacial, la capacitación del personal ingenieril, la transferencia de tecnología espacial hacia entidades públicas o privadas nacionales y la coordinación de todas las actividades del Sistema Espacial Nacional (Art. 3). Implícitamente, el objetivo era la deconstrucción de la imagen de “país poco confiable” que la diplomacia norteamericana había establecido de la Argentina por el dominio de tecnologías duales. CONAE como agencia espacial de carácter civil fue la mejor opción que encontró el gobierno nacional para continuar con los emprendimientos espaciales locales, sin que ellos comprometieran las relaciones diplomáticas con los Estados Unidos (Blinder, 2018).

El cierre de la CNIE y la destrucción de capacidades aeroespaciales

El repentino cierre de la planta industrial de Falda del Carmen imposibilitó preservar la documentación relevante, los planos y las especificaciones de construcción de los vehículos lanzadores. Además, desaparecieron maquinarias, tales como la amasadora propulsante, los hornos de curado, la máquina de rayos x, la máquina de alineado y el sistema de adquisición de banco (De León, 2017). La pérdida y destrucción de documentos y bienes materiales destruyó múltiples capacidades tecnológicas de inversión que se habían realizado durante la ingeniería de producto (diseño) y la ingeniería de proceso (producción) de los vehículos lanzadores.

La desarticulación del equipo de trabajo generó la pérdida de capacidades tecnológicas de producción. Los científicos, técnicos e ingenieros argentinos que tenían conocimientos especializados para el desarrollo del Cóndor, fueron retirados de sus puestos de trabajo sin indemnización alguna y en ciertos casos, reubicados en el Aeropuerto de Córdoba. Este hecho no sólo destruyó la circulación de conocimientos a partir de la interrupción de los intercambios de información y tecnologías que se realizaba entre los actores, sino que generó la existencia de capacidad humana de alta calificación subutilizada. La especificidad de los conocimientos de los ingenieros y técnicos involucrados en los proyectos de lanzadores resultaban irrelevantes para el manejo de un aeropuerto.

CONAE quedó integrada por la planta industrial de Falda del Carmen en la provincia de Córdoba y el laboratorio de Investigaciones Espaciales de San Miguel en la provincia de Buenos Aires, así como sedes administrativas en la Ciudad de Buenos Aires (Art.7 decreto PEN N° 995/91). Las instalaciones industriales de Falda del Carmen, especializadas en la fabricación de cohetes lanzadores fueron resignificadas, para el aprovechamiento del *know-how* con fines pacíficos. Sin embargo, los proyectos de fabricación de computadoras o reciclaje de aceites no tuvieron continuidad en el tiempo. Desde 1995, las instalaciones¹⁸ se utilizaron para el entrenamiento de inspectores extranjeros en la detección de plantas de fabricación de misiles (De León, 2017).

El gobierno nacional, con la sanción del Decreto PEN N° 995/91, simultáneamente determinó la destrucción y resignificación de capacidades científico-tecnológicas espaciales (De León, 2017), e institucionalizó la política espacial en la Argentina. La CONAE se convirtió en la institución referente en Argentina, mediante el desarrollo del Plan Espacial “Argentina en el espacio 1995-2006”¹⁹ y el establecimiento de alianzas estratégicas con agencias espaciales internacionales, entre ellas la NASA. Ello posibilitó que la CONAE materialice las misiones Satélites de Aplicaciones Científicas.

2.3.1. Los primeros satélites construidos por una empresa pública en Argentina²⁰

En agosto de 1991, el poder ejecutivo nacional firmó un acuerdo de cooperación espacial con los EE.UU. El objetivo era establecer proyectos conjuntos de exploración de la Tierra y el espacio con fines pacíficos. El primer proyecto ejecutado de tal cooperación fue el SAC-B, cuyo objetivo de misión se asentó sobre el definido por la CNIE para el cancelado proyecto SAC-1, un satélite con fines astronómicos.

El proyecto inicial se llamaba SAC-1. Se presentó en la NASA porque había un llamado internacional para presentar proyectos y cierta apertura... Eso fue

¹⁸ Hoy funciona el Centro Espacial Teófilo Tabanera dedicado al estudio de ramas de la aeronáutica, tecnología y astronomía.

¹⁹ El Plan Espacial “Argentina en el espacio 1995-2006” es un programa que tiene como objetivos la generación de ciclos de información mediante tecnología satelital, para censar, transmitir, almacenar y procesar información acerca de las actividades económico-productivas y del medio ambiente, de los continentes y océanos en general, y del territorio nacional en particular.

²⁰ LUSAT-1 (OSCAR-19, *Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio* N.º 19) fue el primer satélite argentino, realizado por miembros de la filial argentina de AMSAT (Asociación mundial de satélites de radioaficionados) y lanzado en enero de 1990 desde Guayana Francesa por *Arianespace*. Si bien una parte importante del desarrollo del satélite fue realizado por AMSAT EE.UU., el diseño, la fabricación y los testeos fueron llevados a cabo en el país por CITEFA. La estructura del satélite fue desarrollada con aluminio provisto por la firma Aluar Argentina (Aerozonospace, 2020).

evolucionando, pasó a ser el SAC-2 y cuando se aprobó como proyecto de NASA con CONAE, se llamó SAC-B (H. Loffler, comunicación personal, 23 de octubre de 2019).

Puesto que el proyecto SAC-1 no logró materializarse, y CNIE se disolvió en simultáneo a la creación de CONAE, la proyección del antedicho proyecto derivó en un inicial SAC-2. Sin embargo, el cambio institucional generó la alteración en la nominación de la serie. Dado que existía un primer proyecto -el SAC-1-, CONAE y la NASA denominaron al nuevo artefacto, SAC-B.

Según lo establecido en el acuerdo, CONAE se encargó del diseño, construcción e integración de la plataforma satelital y de la provisión de un *Hard X-Ray Spectrometer* (HXRS) a cargo del IAFE. La NASA fue el responsable del lanzador que pondría el satélite en órbita, y de la provisión de los espectrómetros de rayos X y un instrumento de medición de rayos gamma de alta resolución desarrollado por la Universidad de Penn State (Rahn, 1991).

Tras la definición del objetivo de misión y los instrumentos científicos abordo, CONAE contrató a INVAP S.E. para el desarrollo de la plataforma satelital. Si bien, la construcción de un satélite constituye un bien complejo, diseñado a medida de las especificaciones del cliente, los requerimientos del proyecto surgieron a partir de la interacción entre los equipos de CONAE e INVAP S.E.

La realidad es que CONAE cuando vino a INVAP no lo tenía perfectamente definido y lo que fue pasando es que **los requerimientos surgieron a partir de la interacción de los distintos grupos y se fueron mejorando mediante un proceso continuo.** (...) Entonces vos le pasabas un presupuesto, le decías esto va a costar tanto, me va a llevar tanto tiempo y arrancamos. Ahora que arrancamos en cada una de las interacciones, ellos se daban cuenta que lo que querían no era exactamente lo que habían dicho. Ellos lo iban cambiando, nosotros lo aceptábamos con total libertad. Entonces cambiaba el presupuesto, los tiempos y para nosotros era muy sencillo. **Los cronogramas eran papeles, sabíamos que iban a cambiar. Los presupuestos sabíamos que iban a cambiar. Algo que estaba porque tenía que estar.** Las cosas estaban cuando tenían que estar y salían lo que tenían que salir (CTisot, comunicación personal, 22 de octubre de 2019, el resaltado es propio).

Tras la contratación, INVAP S.E. elaboró y presentó un plan de trabajo ante la CONAE, en el cual se establecían los costos y el tiempo estimado de diseño y producción de la

plataforma satelital. Sin embargo, tal como se desprende de la cita anterior, dichas exigencias constituían un requisito formal, más que efectivo. El carácter incipiente de CONAE e INVAP S.E. en la industria satelital, flexibilizaban no sólo los presupuestos y cronogramas de trabajo, sino los roles de los actores involucrados debido al trabajo conjunto.

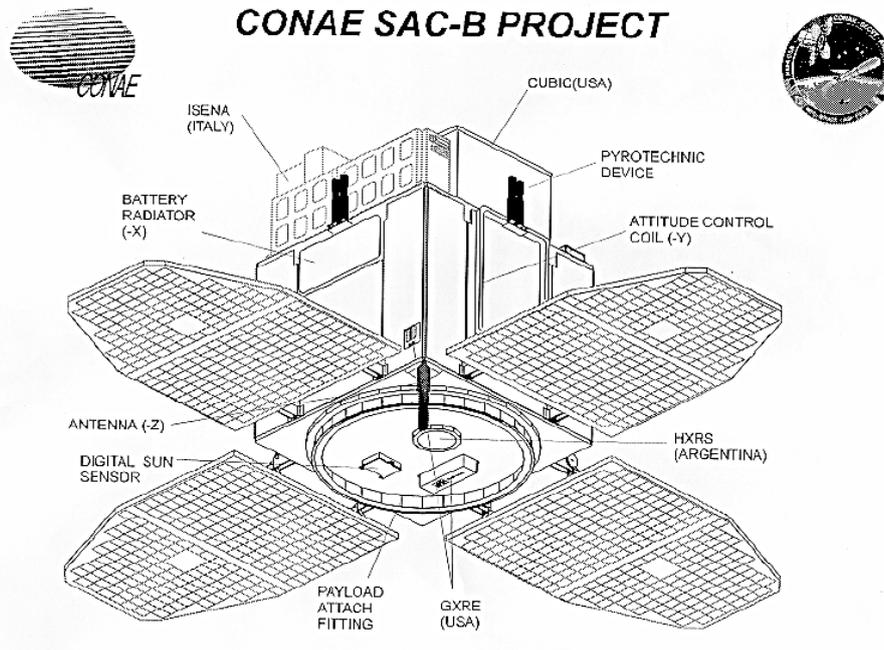
A inicios de 1994, el poder ejecutivo nacional designó al físico nuclear Conrado Varotto, ex gerente general y fundador de INVAP S.E. como presidente de la CONAE. Esta designación permitió fortalecer los vínculos existentes entre los funcionarios y el personal de ingeniería de la CONAE (ex CNIE) e INVAP S.E.

Nosotros siempre tuvimos vinculación con Gulich que era de la CNIE, que fue el promotor de todo esto en la CNIE. Caruso fue el ingeniero de sistemas del SAC-B hasta que murió Gulich y pasó a ser el Jefe de Proyecto (H. Loffler, comunicación personal, 23 de octubre de 2019).

Si bien técnicamente la CONAE y el mismo equipo de profesionales continuó con el proyecto satelital de la CNIE, el carácter civil de la agencia generó controversias con las Fuerzas Armadas en general, y con la Fuerza Aérea Argentina en particular (N. Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019). Los oficiales de la Fuerza Aérea postulaban que el espacio ultraterrestre era una continuidad del espacio aéreo, por lo que el mismo era jurisdicción de su incumbencia exclusiva (Miret, 1981). Estos litigios políticos, las tareas de organización de la CONAE, la adecuación de los laboratorios de INVAP S.E. para la fabricación e integración de los artefactos espaciales y la especificación de los requerimientos demoraron la ejecución del proyecto SAC-B (Varotto, 1994; H. Loffler, comunicación personal, 23 de octubre de 2019).

Tras la especificación de los requerimientos, INVAP S.E. desarrolló el diseño conceptual, montaje e integración de los subsistemas de la plataforma satelital, y componentes de la carga útil científica. Para ello, los ingenieros de las distintas áreas contaron con asesoramiento de personal experimentado de la NASA y la Agencia Espacial Italiana (ASI) (Varotto, 1994; H. Jauffman; H. Loffler, R. Gaussman, comunicación personal, 23 de octubre de 2019).

Imagen N°1: Plataforma satelital SAC-B

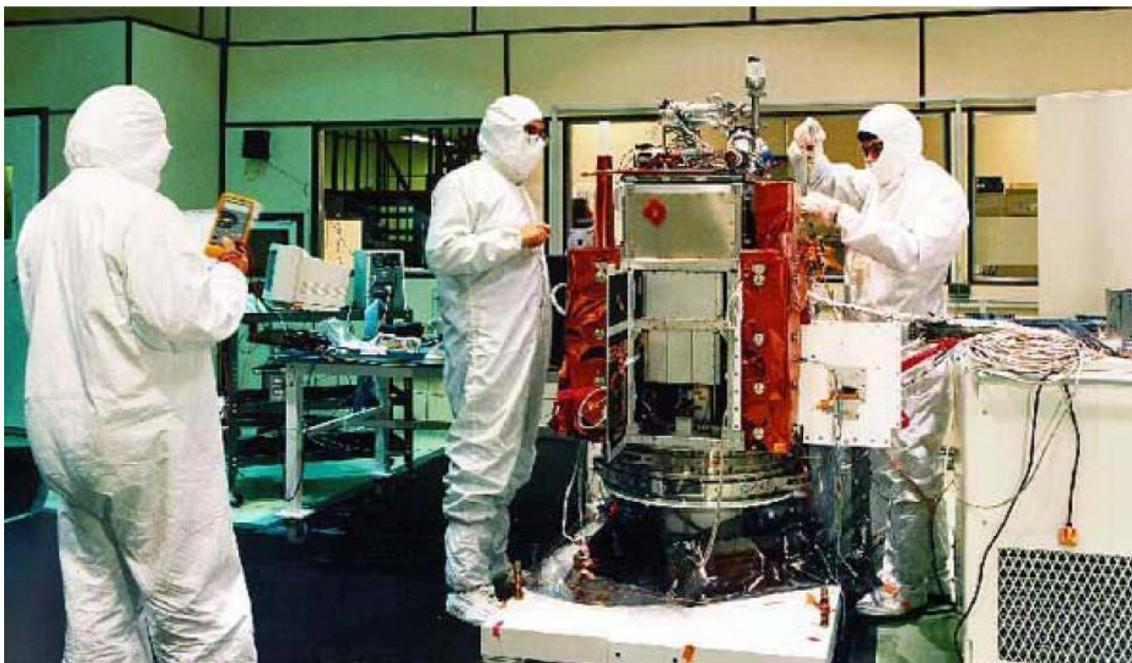


Fuente: CONAE, S/D

Para la calificación del diseño estructural²¹, y de la aceptación del modelo de vuelo -el satélite propiamente dicho-, los ingenieros de INVAP S.E. sometieron los artefactos a distintos ensayos ambientales que simulaban las condiciones de lanzamiento y estadía en el espacio ultraterrestre. Debido a que en Argentina no existían las condiciones edilicias y técnicas para los ensayos, tanto el modelo estructural como el modelo de vuelo fueron trasladados al Laboratorio de Ensayos del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) en Brasil. Una vez superados de forma satisfactoria los ensayos ambientales, el SAC-B fue trasladado a EE.UU. para la fase de lanzamiento.

²¹ El modelo de calificación es una estructura de iguales características mecánicas al artefacto que efectivamente va a ser lanzado al espacio, pero que es sometida a cargas mecánicas, térmicas, acústicas y vibratorias máximas durante la fase de ensayos. Este modelo sirve para calificar y aceptar artefactos, subsistemas, componentes y procesos constructivos.

Imagen N°2: Integración de componentes del satélite SAC-B en la sala limpia de INVAP S.E. en Villa Golf (1996)



Fuente: INVAP S.E., 1996

La puesta en órbita del satélite SAC-B mediante el lanzador Pegasus XL fue fallida, debido a que la plataforma satelital no fue eyectada al espacio exterior²². Esta falla del vehículo lanzador imposibilitó el despliegue de los paneles solares y la absorción de la energía solar. Si bien el SAC-B no pudo desplegar los paneles solares y orientarse al Sol, la carga de las baterías permitió: 1- enviar comandos al satélite y recibir datos de telemetría; 2- descubrir la causa raíz de la falla de la misión, externa a la misión argentina y 3- que la NASA certifique al equipo de ingenieros de INVAP S.E. mediante el emprendimiento conjunto de otras misiones (P. Tognetti, comunicación personal, 24 de abril de 2019).

Cuadro N.º 2: Satélites de Aplicaciones Científicos de producción nacional (1991-2000)

Satélites	Misión satelital	Altura orbital	Vida útil	Masa del satélite	Lanzador
SAC-B (1996)	Astronómica	550 km	--	191 kg (50 Kg carga útil)	Pegasus
SAC-A (1998)	Validación tecnológica	410 km	10 meses	68 kg	Space Shuttle
SAC-C (2000)	Observación terrestre	705 km	12 años 9 meses	485 kg	Delta II

Fuente: elaboración propia en base a datos de CONAE y NASA.

²² En el lanzador, además del SAC-B estaba el satélite *High Energy Transient Explorer* (HETE-1).

El 3 de diciembre de 1998 fue puesto en órbita el segundo satélite de producción nacional, el SAC-A, nominación seleccionada para que la serie no quede incompleta. La NASA como reconocimiento a la CONAE por la misión fallida del SAC-B facilitó un lugar de lanzamiento en el *Space Shuttle*. Si bien esto generaba una oportunidad de diseño y construcción de un nuevo satélite local, las facilidades otorgadas por la NASA ejercieron fuertes presiones sobre los equipos de trabajo de CONAE e INVAP S.E. En primer lugar, para cumplir con los tiempos del lanzamiento, el cronograma de trabajo para el ciclo de producción del SAC-A comprendió sólo 11 meses. En segundo lugar, dado que el *Space Shuttle* es un vehículo tripulado, el *Goddard Space Flight Center* de la NASA impuso requerimientos rigurosos de seguridad, afín de asegurarse que la misión SAC-A no pondría en riesgo la vida del astronauta a bordo (P. Tognetti, comunicación personal, 24 de abril de 2019; H. Loffler, comunicación personal, 23 de octubre de 2019; C. Tisot, comunicación personal, 22 de octubre de 2019).

Ante la aceptación de la facilidad otorgada por la NASA y en conocimiento de las limitaciones de tiempo, los ingenieros de CONAE e INVAP S.E. comenzaron a trabajar en la especificación del objetivo de misión. Rápidamente descartaron la posibilidad de comprar alguna carga útil específica en el exterior debido al cronograma ajustado de trabajo, puesto que este sector industrial no se maneja con la existencia de stocks (Loffler, 2019). Por ello, ambas instituciones definieron que el objetivo de misión del satélite era ensayar y calificar sistemas ópticos, de energía, guiado y control y navegación desarrollados en Argentina, para su aplicación en las posteriores misiones satelitales definidas en el Plan Espacial “Argentina en el espacio 1995-2006” (P. Tognetti, comunicación personal, 24 de abril de 2019; H. Loffler y R. Gaussman, comunicación personal, 23 de octubre de 2019). Esta decisión fue presentada a la NASA con quien CONAE firmó un nuevo acuerdo de cooperación en 1997.

Cuadro N°3: Componentes de los satélites SAC

Satélites	Componentes / Agencia	
SAC-B (1996)	Espectrómetro de rayos X duros	CONAE (Argentina)
	Experimento de rayos X Goddard	NASA (EE.UU.)
	Detector de rayos X del fondo difuso	NASA (EE.UU.)
	Espectrómetro de átomos neutros de alta energía	ASI (Italia)
SAC-A (1998)	Sistema GPS diferencial	CONAE (Argentina)
	Cámara pancromática de teleobservación	CONAE (Argentina)
	Magnetómetro	CONAE (Argentina)
	Paneles Solares	CNEA (Argentina)
	Sistema de comunicaciones, transmisión y procesamiento de datos	UNLP (Argentina) IAR (Argentina)
SAC-C (2000)	Cámara multiespectral de resolución media	CONAE (Argentina)
	Cámara pancromática de alta resolución	CONAE (Argentina)
	Cámara de alta sensibilidad	CONAE (Argentina)
	Sistema de recolección de datos	CONAE (Argentina)
	Experimento de navegación y actitud	ASI (Italia)
	Instrumento experimental de navegación	ASI (Italia)
	Receptor GPS de posicionamiento global	NASA (EE.UU.)
	Instrumento de medición del campo geomagnético	NASA (EE.UU.) DSRI (Dinamarca)
	Instrumento para determinar el efecto de alta energía en componentes electrónicos	CNES (Francia)

Fuente: elaboración propia en base a datos de NASA-CONAE (1997)

En función de dicho acuerdo, la NASA se comprometió, entre otras actividades, a: 1- suministrar el servicio de lanzamiento; 2- brindar asesoramiento mediante actividades de calibración de los equipos y pruebas asociadas; 3- desarrollar los requerimientos en un Programa Conjunto de Implantación de la Carga Útil (JPIP); 4- suministrar la información necesaria para el desarrollo de la interfaz con el lanzador; 5- definir los criterios de seguridad del satélite; 6- realizar revisiones periódicas; 7- integrar el SAC-A al lanzador y realizar las verificaciones previas al lanzamiento; 8- suministrar soporte de equipamientos en tierra y personal calificado para la integración, ensayos y lanzamiento del SAC-A; 9- brindar asesoramiento técnico, equipos adicionales y documentación necesaria; y 10- apoyar la realización periódica de reuniones y talleres para la

planificación del SAC-A (CONAE-NASA, 1997).

Al tratarse de un satélite de validación tecnológica, INVAP S.E. junto a CONAE y otras instituciones del sector académico-universitario nacional fueron los principales responsables de la provisión de los componentes de la carga útil. Los técnicos de CONAE incorporaron a la misión SAC-A: el Sistema GPS Diferencial para la determinación de la órbita y el control de actitud del satélite²³ y un magnetómetro para la actualización de los modelos del campo magnético terrestre y el estudio de anomalías. Los ingenieros de INVAP S.E. desarrollaron la Cámara Pancromática de Teleobservación construida en base a modelos comerciales modificados para su adecuación al espacio ultraterrestre y un giróscopo²⁴ o rueda de inercia con motor de fabricación nacional (C. Tisot, comunicación personal, 22 de octubre de 2019; H. Jauffman y H. Loffler, comunicación personal, 23 de octubre de 2019). La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata y el Instituto Argentino de Radioastronomía diseñaron el Sistema de Comunicaciones, Transmisión y Procesamiento de datos, y el Departamento de Energía Solar de la CNEA desarrolló dos pequeños paneles solares, compuestos por siete celdas de silicio cada uno, para estudiar su comportamiento en el ambiente espacial y cuatro celdas individuales, distribuidas en las distintas caras del satélite, para ser utilizadas como sensores de posición angular respecto al sistema de referencia solar (Godfrin, 1999).

²³ El control de actitud del satélite comprende las acciones para el mantenimiento de la orientación específica y deseada del artefacto respecto a un sistema referencial externo, tales como la esfera celeste, el Sol, la Tierra u otros objetos cercanos.

²⁴ El giróscopo es un dispositivo mecánico que sirve para medir, mantener o cambiar la orientación en el espacio de algún artefacto.

SAC-A. Validación de conocimientos y capacidades tecnológicas espaciales en la CNEA

Los ingenieros de la CNEA desarrollaron múltiples conocimientos a partir de la fabricación de los sensores fotovoltaicos, que posibilitaron no sólo calificar componentes para el posicionamiento de un satélite en el espacio sino para su aplicación terrestre. Entre tales aprendizajes se destacan la soldadura de los interconectores, el pegado del vidrio protector, el pegado de los colectores y sensores a la base de aluminio, la soldadura de los cables e interconectores a los colectores, el pegado de los cables a la base, la cobertura de la soldadura y el ensayo de tracción de los cables (Bogado, 2015).

Los sensores una vez fabricados fueron sometidos a múltiples ensayos ambientales que certificaron su calidad. El primer ensayo que realizaron los técnicos de la CNEA fue someter las soldaduras de las celdas a pruebas mecánicas para la obtención de valores de resistencia. Posteriormente, esos valores obtenidos fueron comparados con datos de referencia otorgados por *Emcore Photovoltaics*, uno de los fabricantes de celdas solares a nivel internacional. El ensayo de vibraciones se realizó en el Centro Atómico Constituyentes, puesto que tenía el instrumental necesario para simular las condiciones de despegue del lanzador. El ensayo de termo-vacío se realizó en las instalaciones del Departamento de Energía Solar, sometiendo los instrumentos a variaciones térmicas entre -100°C y 100°C. La misma cámara de termo-vacío permitió simular las condiciones de degradación por radiación existentes en el espacio ultraterrestre (Bogado, 2015).

La experiencia acumulada en la investigación y desarrollo de las celdas de silicio permitió desarrollar paneles y sensores solares locales adecuados a los requerimientos de las distintas misiones satelitales de la CONAE. Si bien existían en el mercado sensores solares de diseño estabilizado, los sensores de fabricación nacional resultaban adecuados debido a: 1) su adaptabilidad a los requerimientos de misión en tamaño y corriente; 2) su arquitectura circular pegada a una base de aluminio que permitía ampliar el campo de visual de manera simétrica; 3) el peso reducido que posibilitaba su utilización en pequeños o nano-satélites y 4) su bajo costo que posibilitaba su uso en aplicaciones terrestres.

Durante los meses de vida útil de la misión SAC-A, los técnicos de la CNEA analizaron parámetros de cada una de las celdas fotovoltaicas, las cuales presentaron un funcionamiento acorde a las estimaciones teóricas realizadas. Esos procesos permitieron validar los conocimientos adquiridos mediante la fabricación de los artefactos, las estimaciones teóricas realizadas y el software desarrollado para el seguimiento y análisis de cada una de las variables.

Entre los requerimientos, la CONAE e INVAP S.E. -con la participación de la NASA-, definieron que el satélite SAC-A orbite a una altura nominal de 389 Km de la Tierra con

una inclinación respecto al plano ecuatorial de 51, 6° y cuya masa cupiera en uno de los canister del *Space Shuttle*, de sesenta centímetros de diámetro (C. Tisot, comunicación personal, 22 de octubre de 2019). A partir de estos requerimientos, los ingenieros y técnicos de INVAP S.E. desarrollaron requerimientos de mayor detalle para la fabricación del modelo a calificar y el posterior modelo de vuelo, así como para el montaje e integración de los distintos subsistemas.

Si bien la estructura del SAC-A era bastante más simple que el SAC-B, debido al desarrollo de una plataforma de menor masa, a nivel mecánico el uso de cuatro paneles solares de silicio representó un desafío, puesto que los ingenieros del área mecánica fueron responsables del diseño y fabricación de los mecanismos de despliegue de los mismos (H. Jauffman, comunicación personal, 23 de octubre de 2019).

Las interacciones con CONAE no se limitaron a la especificación de requerimientos y la circulación de conocimientos en ambos sentidos. CONAE proveyó a INVAP S.E. de un pequeño *shaker*²⁵ o agitador para la realización de ensayos a nivel subsistemas. Debido a que el SAC-A tenía una masa pequeña -de tan sólo 68 kg. (Cuadro N° 2)- y un cronograma de tiempo ajustado, los ensayos ambientales sobre la plataforma se realizaron en las instalaciones de INVAP S.E. (H. Loffler, comunicación personal, 23 de octubre de 2019).

Imagen N° 3: Satélite SAC-A



Fuente: CONAE, S/D

En paralelo a la construcción del SAC-A, CONAE e INVAP S.E. desarrollaron en cooperación

²⁵ Un *shaker* es un instrumento que permite reproducir en un espacio controlado el ambiente de vibración, sometiendo a los artefactos a los umbrales necesarios para su calificación. Estas pruebas permiten asegurar el funcionamiento del sistema, comprobar su resistencia y validar su estructura.

con la NASA, y agencias o institutos de Francia, Dinamarca, Brasil e Italia el SAC-C.

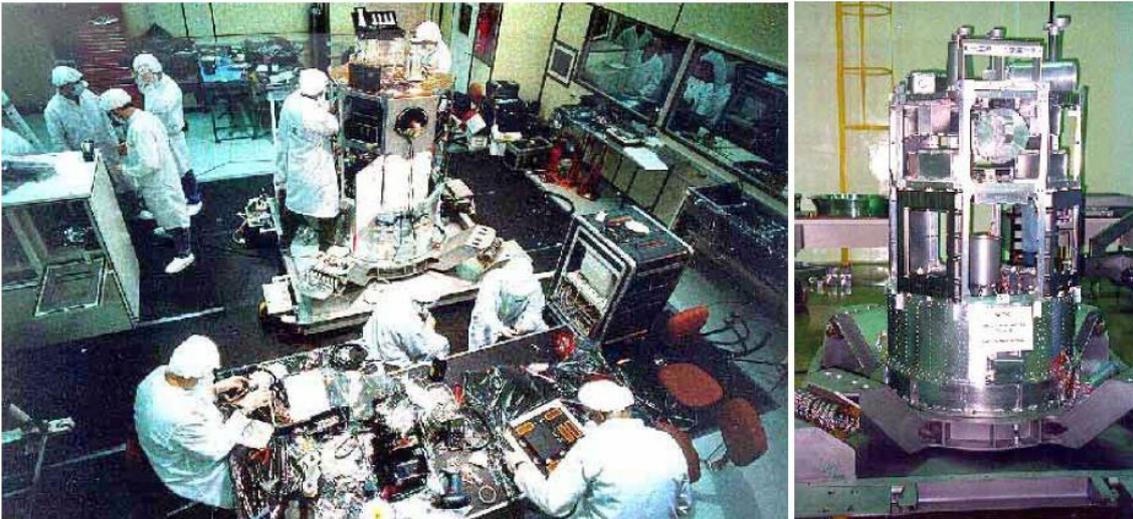
No había flujo de dinero, pero sí colaboración de que un país hace una cosa, otro país hace otra cosa. Un país provee un equipo, otro país provee otro equipo. Así se hizo toda la serie SAC. Eso nos permitió tener acceso a gente que sabía mucho (C. Tisot, comunicación personal, 22 de octubre de 2019).

Las interacciones por cooperación no consistían en vínculos comerciales o financieros, sino el emprendimiento conjunto de proyectos satelitales. Cada agencia espacial participaba de la misión mediante la provisión de instrumentos de la carga útil o componentes y subsistemas para la plataforma satelital. Este sistema favoreció la circulación de personal experto y conocimientos específicos.

Entre las especificaciones técnicas se definió una plataforma de 485 Kg de masa para orbitar a 705 Km de altura de la Tierra en una órbita circular, cuasi polar helio-sincrónica que permitía observar en cada pasaje del satélite, un área diferente de la superficie terrestre (CONAE).

El objetivo de la misión SAC-C era la observación de la Tierra en conjunto con los satélites Landsat 7, EO-1 y Terra, una constelación internacional que tiene como finalidad compartir información para el seguimiento de posibles desastres naturales y antropogénicos. La estación terrena de Córdoba del Centro Espacial Teófilo Tabanera y la estación terrena en Falda del Carmen se ocuparon de la recepción, procesamiento, archivo y distribución de los datos enviados por el SAC-C. Los ingenieros del segmento terrestre también realizaron desarrollos de hardware y software para el control satelital que ampliaron los conocimientos disponibles en la estación sobre las maniobras de control.

La carga útil del satélite estaba constituida por cuatro cámaras de teleobservación de fabricación nacional y cinco instrumentos científicos provistos por agencias espaciales internacionales. A diferencia de las misiones satelitales previas, la carga útil del SAC-C no sólo era más compleja por la cantidad de instrumentos integrados, sino por un mayor grado de productos locales (Cuadro N° 3). El equipo de ingenieros de INVAP S.E., responsable de la integración de los instrumentos a la plataforma satelital había acumulado experiencia producto de la fabricación, ensamble e integración de componentes en los proyectos SAC-B y SAC-A. Esas capacidades favorecieron la integración mecánica de una mayor cantidad de instrumentos a la arquitectura del satélite (C. Tisot, comunicación personal, 22 de octubre de 2019).

Imagen N°4: Desarrollo del modelo estructural en INVAP S.E. en Villa Golf

Fuente: INVAP S.E., S/D

En función de los estándares de confiabilidad de la plataforma construida, los responsables de la misión tomaron dos decisiones socio-técnicas. En primer lugar, decidieron comprar materiales y componentes calificados y estabilizados en el mercado satelital. La participación del sector privado internacional permitió validar y calificar la misión, así como favorecer la acumulación de conocimientos técnicos, y del funcionamiento del mercado de fabricación satelital. Si bien estos proveedores tenían décadas de experiencia en la fabricación de componentes espaciales, no estuvieron exentos de problemas, de los cuales algunos fueron resueltos mediante la interacción con profesionales locales (H. Loffler, comunicación personal, 23 de octubre de 2019). En segundo lugar, el equipo responsable decidió que las unidades funcionales principales del satélite fuesen redundadas²⁶ para garantizar la confiabilidad de la plataforma (P. Tognetti, comunicación personal, 24 de abril de 2019).

La diversidad de instrumentos de la carga útil provistos por distintos países, no sólo representó un desafío para INVAP S.E. sino para CONAE. Esta entidad, como responsable de la misión, se ocupó de la gestión del proyecto, de la coordinación de pares internacionales y proveedores privados extranjeros y nacionales, estos últimos con reducida experiencia en el sector espacial.

Un problema socio-técnico persistente desde la primera misión, era la dificultad de

²⁶ Los sistemas redundantes en ingeniería satelital son aquellos componentes o subsistemas de carácter crítico que requiere aseguramiento ante posibles fallas que puedan surgir por su uso continuado en un escenario de condiciones extremas, sin poder de resolución.

ensayar localmente el satélite, puesto que el shaker facilitado por CONAE y la cámara de termo-vacío construida, permitían realizar ensayos a nivel subsistema.

Varotto nos hizo llevar el satélite, el SAC-C, cuando todavía no estaba terminado. Terminamos cosas en Brasil. Fue la forma de terminarlo rápido. Gente que mandabas todo el día (...) fines de semana completos (...) Brasil era importante en la consolidación del grupo (H. Loffler, comunicación personal, 23 de octubre de 2019).

Ante la falta de una solución que no fuera la dependencia de centros extranjeros, los funcionarios de INVAP S.E. decidieron trasladar el satélite a las instalaciones del INPE en Brasil. Allí los ingenieros argentinos trabajaron en la fase final del proyecto y participaron activamente en el proceso de ensayos con el consiguiente desarrollo de aprendizajes. Si bien el traslado y permanencia del satélite en Brasil implicó costos, la experiencia favoreció el desarrollo de capacidades en el equipo argentino, ya sea mediante la interacción con sus pares brasileños, como por la consolidación como grupo de trabajo.

El SAC-C fue puesto en órbita el 21 de diciembre de 2000 mediante el lanzador Delta II. Según las estimaciones, la vida útil del SAC-C era de cuatro años (Agencia CyTA, 2010). Sin embargo, la misma fue superior a doce años (Cuadro N° 2). Los errores de cálculo respecto a la degradación de los equipos y el agotamiento de los componentes del subsistema de potencia permitieron que el satélite esté operativo triplicando las expectativas. La extensa vida útil del artefacto, además de aportar información sobre la Tierra, materializó las capacidades de diseño y construcción de los profesionales involucrados en su desarrollo.

En suma, el diseño y desarrollo de los Satélites de Aplicación Científica en una empresa pública, INVAP S.E., permitió 1- materializar los proyectos satelitales existentes en el país; 2- generar una nueva área de negocios en una empresa pública que aprovechara el poder de compra del Estado; 3- desarrollar instalaciones de I+D en el país y 4- favorecer el desarrollo y la acumulación de conocimientos, capacidades y el *know-how* para el emprendimiento local de tecnologías de alto valor agregado.

2.3.2. Producción de conocimiento y generación de capacidades en INVAP S.E.

En función del objetivo de esta investigación, el análisis de este apartado está centrado en la producción de conocimientos y la generación de capacidades en la empresa

estatal INVAP S.E.

A partir del diseño y producción de reactores nucleares, INVAP S.E. dominó distintas capacidades de ingeniería de producto y proceso (Katz, 1978), tales como el diseño, la fabricación y el testeado de las placas de circuitos integrados; los análisis y la tecnología utilizada en la medición de las cargas sobre una estructura; y diversas tareas mecánicas como el desarrollo de materiales compuestos, procesos de soldado específicos, control de corrosión, entre otros. Asimismo, la empresa desarrolló capacidades en la gestión de proyectos complejos (Gaussman, 2019). Si bien estas capacidades se desarrollaron en el área nuclear, su carácter genérico permitió que se constituyesen en la base del diseño y producción de artefactos en el área espacial (Seijo y Cantero, 2012). La estructura matricial de la empresa, organizada por áreas de negocios -Nuclear, Espacial, Industrial, Equipamiento Médico y Nuevos Negocios- con una forma de trabajo por proyectos, atravesadas por distintas áreas de servicios -Calidad, Recursos Humanos, Administración y Finanzas, Abastecimiento y Sistemas- favoreció la circulación interna de estos conocimientos (Versino, 2006).

Durante la década de 1990, INVAP S.E. acumuló nuevas capacidades de producción, mediante el diseño, fabricación e integración de tres satélites con fines científicos y de observación de la Tierra operados por CONAE. Para tales proyectos, INVAP S.E. diseñó y construyó: 1- un giróscopo de producción nacional; 2- placas de aluminio perforado y forrado como alternativa al honeycomb²⁷; 3- procesos de anodizado²⁸ de las placas estructurales de los satélites; 4- la primera Cámara de Barrido Multiespectral de Mediana Resolución (MMRS, por sus siglas en inglés), la que permite observar la Tierra en alta definición; 5- cámaras de alta resolución y alta sensibilidad; 6- procesos de alineado de lentes; 7- procesos de pegado de sensores, entre otros desarrollos (C. Tisot, comunicación personal, 22 de octubre de 2019; R. Gaussman; y H. Jauffman, comunicación personal, 23 de octubre de 2019).

“(…) Ahí se hizo la planta de circonio para enriquecimiento de uranio. Era un galpón de chapa, sin ninguna aislación, veías afuera... eso sí tenía medidas de seguridad. Dijimos -vamos a transformar este galpón en una sala limpia-” (H. Loffler, comunicación

²⁷ Son estructuras que tienen la geometría de un panel, lo cual minimiza la cantidad de material utilizado con la consiguiente reducción de peso y costos. La geometría de las estructuras de honeycomb puede variar, pero todas tienen una característica en común, y es que todas tienen filas de celdas huecas separadas por paredes verticales muy delgadas. La estructura hecha con honeycomb provee una menor densidad y buenas propiedades de comprensión y corte (Liahut, 2011).

²⁸ El proceso de anodizado para la industria aeroespacial consiste en el recubrimiento de una pieza metálica mediante un baño en ácido crómico, el cual favorece la resistencia a la corrosión, la adhesividad de la película de pintura y la aislación eléctrica (Vetere y Eugeni, 1976).

personal, 23 de octubre de 2019). Para el diseño y producción de las estructuras, instrumentos y componentes de los satélites SAC, INVAP S.E. adecuó sus instalaciones como también diseñó, construyó y equipó nuevos laboratorios, lo cual dio cuenta de la existencia en la empresa de capacidades de inversión (Lall, 1992). Por otro lado, a partir del trabajo de campo en las instalaciones de INVAP S.E. también se identificaron capacidades de vinculación (Lall, 1992) al interior del área satelital.

Para nosotros fue una ayuda muy importante la gente de NASA. En esa época no estaba lo del 11 de septiembre y las restricciones, entonces la gente de NASA fue muy abierta a transferirnos conceptos. Si bien ellos no tomaban responsabilidades, **nos fueron transfiriendo experiencia o dónde buscar... así que nos poníamos a investigar** (Jauffman, 2019, el resaltado es propio).

Nos mandaron a los viejitos de NASA, personal que ya no estaba dentro de los proyectos activos de ese momento, pero que conocía todo. Eran entusiastas... Tuvimos una suerte enorme... Hoy sería imposible, con todas las regulaciones, tener **alguien que esté contando en primera persona detalles de cómo hicieron las cosas y porqué.** Los diseños los hicimos nosotros, pero el tiempo que nos acortaron, por el hecho de transmitirnos sus experiencias fue el que nos permitió llegar al diseño en tan poco tiempo (Tisot, 2019, el resaltado es propio)

La participación de personal del Goddard (NASA) fue clave en la cadena de valor de los proyectos SAC de la CONAE, ya que participó activamente en la definición de los requerimientos técnicos, la definición del objetivo de las misiones, el acceso a documentación específica y la provisión de instrumentos y servicios, tales como el lanzamiento. También colaboraron con la circulación de habilidades, el asesoramiento técnico y bibliográfico y la reducción de los tiempos de diseño. Por otro lado, los laboratorios de los centros dependientes de la NASA constituyeron espacios de formación para la mano de obra ingenieril y técnica local.

“Fuimos a ver los laboratorios (...) Con el SAC-B mandamos gente para calificar a los soldadores y para el cableado. También al supervisor de producción electrónica” (H. Loffler, comunicación personal, 23 de octubre de 2019). Si bien en INVAP S.E. existían conocimientos de soldado y cableado, entre otras actividades técnicas, ante las exigencias de la industria satelital, los funcionarios de INVAP S.E. decidieron que algunos ingenieros y técnicos viajaran a EE.UU. para realizar cursos específicos. Si bien la empresa no tiene una política explícita de formación de la mano de obra, mediante convenios con universidades u otros centros educativo-tecnológicos, los funcionarios de

INVAP S.E. apoyaron y promovieron la realización de cursos en el exterior, la participación en eventos científico-tecnológicos, así como la realización de tales eventos en sus instalaciones (INVAP S.E.).

Italia participó en la misión SAC-C, aportó los paneles solares, puso un par de instrumentos (...) **Ahí fue muy rica la interacción porque los italianos tuvieron problemas, y tuvimos nosotros que participar y solucionar los problemas.** Problemas técnicos y de distinto tipo. El problema del cronograma. No llegaban con los tiempos, entonces nosotros le mandamos gente para ayudarlos a terminar los paneles a tiempo (C. Tisot, comunicación personal, 22 de octubre de 2019, el resaltado es propio).

Tradicionalmente, la circulación de conocimientos entre países con distinto dominio sobre el desarrollo de tecnologías con alto valor agregado se piensa de forma unidireccional, desde los países que dominan los principales eslabones de las cadenas de valor hacia aquellos que mantienen condiciones periféricas. Sin embargo, en el caso de estudio bajo análisis, la circulación de conocimientos fue bidireccional.

Esta dinámica virtuosa basada en las interacciones bidireccionales, establecidas con instituciones de I+D y proveedores nacionales e internacionales, fue retroalimentada por las interacciones internas. Además del trabajo conjunto con el personal de CONAE, de la NASA y otras agencias espaciales, los ingenieros y técnicos de INVAP S.E. interactuaron entre sí.

Todos los lunes teníamos una reunión. Entonces nos iban diciendo lo que necesitaban y nosotros dentro del subsistema de potencia lo íbamos ajustando. Entonces teníamos que ver cuánto consumían todas las cámaras del satélite para dimensionar los paneles solares, teníamos que calcular en base a la órbita que nos daba control de actitud cuánto tiempo, el satélite iba a estar en eclipse para poder almacenar la potencia en baterías y durante el eclipse alimentar las cargas. **Fuimos deduciendo los requerimientos a partir de las cosas que nos iban pidiendo los distintos subsistemas. La cuestión fue interactiva** (C. Tisot, comunicación personal, 22 de octubre de 2019, el resaltado es propio).

Si bien cada grupo de trabajo era responsable del diseño y producción de los componentes o subsistemas a su cargo, la toma de decisiones no era aislada, sino que estaba determinada por la dinámica de interacciones entre los actores.

La interacción entre los distintos grupos fue una interacción muy fluida. Todos estábamos muy cerca, todos sabíamos lo que hacía el otro. Cuando había un problema, nos juntábamos entre varios, el mecánico, el eléctrico y decíamos “che ¿Acá cómo hacemos? Hagamos tal cosa”. Eso lo resolvíamos mediante la interacción. (...) **Todos los lunes había una reunión donde todos los subsistemas estábamos alrededor de la misma mesa, y cada uno sabía lo que le pasaba al otro y le ayudábamos a resolver** (C. Tisot, comunicación personal, 22 de octubre de 2019, el resaltado es propio).

Fue clave para el desarrollo exitoso del proyecto la interacción entre el jefe de proyecto (responsable del de los objetivos del proyecto en sus distintas fases), el jefe de calidad o aseguramiento de producto (responsable de gestionar, dirigir, planificar y supervisar las actividades de cada grupo de trabajo en cada fase del proyecto) y los responsables de cada uno de los subsistemas de la plataforma satelital (Estructura; Control de Actitud; Control Térmico; Propulsión; Potencia; Telemetría y Comando; y Administración de Datos). De manera informal, entre los distintos grupos de trabajo del área espacial se generó una sinergia que permitía la acumulación de conocimientos, la toma de decisiones y la resolución de problemas para la materialización de los proyectos SAC.

Los proyectos SAC plantearon distintos problemas socio-técnicos a INVAP S.E. a nivel de organización, estructura, electrónica, materiales, ensayos, entre otras. Si bien las interacciones formales e informales y la participación en espacios de formación constituyeron vías de aprendizaje, la producción de conocimientos no se limitó a ello. El aprendizaje por la práctica *-learning by doing-* y la resolución de problemas constituyeron dos dinámicas de aprendizajes claves en INVAP S.E.

Problemas en el proceso de anodizado de las placas de aluminio, un ejemplo de aprendizaje

Tras el desarrollo de las placas de aluminio perforado y forrado para la estructura del satélite SAC-B, como alternativa al uso del honeycomb (H. Jauffman, comunicación personal, 23 de octubre de 2019), las mismas debían ser sometidas a un proceso de anodizado específico. Si bien INVAP S.E. contaba con equipos y documentación provista por un proveedor, el anodizado de las placas resultaba problemático.

Nos fuimos al Centro Atómico y **buscamos un par de libros, encontramos un artículo de anodizado. Vamos a empezar a ensayar, afín de sistematizar este proceso, encontrar las temperaturas adecuadas, y encontrar algo si estaba funcionando.** Lo que pasaba es que a veces quedaba blanco y a veces amarillo. No sabían cual estaba bien y porqué. A lo largo de dos semanas, lo que vimos es que... el proveedor te dice temperatura de baño entre 50 y 85°, condiciones de PH entre 4 y 9. Che no puede ser tan amplio. **Lo que empezamos a ser es sistematizar el proceso, ver cuántos enjuagues antes de empezar el proceso para que la pieza estuviera limpia...** en dos semanas llegamos y dijimos este es el formato que hay que hacer (R. Gaussman, comunicación personal, 23 de octubre de 2019).

Los técnicos de los laboratorios de Villa Golf, a partir del problema identificado, desarrollaron un proceso de anodizado con cromo específico para las placas de vuelo. Para investigar la causa raíz de dicho problema, los técnicos de la empresa revisaron la documentación provista por el proveedor de los equipos y buscaron bibliografía especializada. Ante los amplios márgenes de temperatura y PH que consideraba la documentación existente, los técnicos ensayaron el proceso a distintos valores, con el fin de sistematizar el proceso con los parámetros adecuados.

Me dijeron “preparate una planta acá en el laboratorio”. Mandamos a fabricar un sistema de cuatro bateas. Había dos procesos de lavado, uno de enjuagado y uno de anodizado. Conseguimos controladores de temperatura automatizados. Así anodizamos, en una campaña de laboratorio, a mano todo el SAC-B. Hasta hoy se sigue anodizando de esa manera (R. Gaussman, comunicación personal, 23 de octubre de 2019).

El aprendizaje por la práctica -los distintos ensayos realizados- para la resolución de un problema específico posibilitó no sólo dominar un proceso -el proceso de anodizado crómico del aluminio- sino construir el equipamiento necesario para su desarrollo.

Los problemas, las anomalías y situaciones de contingencia producidas en cada fase del proceso productivo de los satélites constituyeron un núcleo de aprendizaje y experiencia no sólo para el personal de INVAP S.E. sino para todos los actores, locales y extranjeros, involucrados.

2.3.3. Grupos sociales relevantes y alianza socio-técnica para la producción local de satélites de órbita baja

La categoría de *grupos sociales relevantes* permite recuperar la concepción de los

propios actores y su ordenamiento del mundo. Al mismo tiempo, como categoría analítica permite identificar y seguir a los grupos de actores de acuerdo a los significados y representaciones atribuidos en diferentes momentos a una determinada tecnología. En este apartado el concepto resulta pertinente para identificar los grupos sociales involucrados en el diseño y fabricación local de satélites de órbita baja y establecer los problemas que éstos asociaban con el desarrollo de estos artefactos, así como las diversas soluciones propuestas.

El primer grupo social relevante identificado es el del gobierno nacional. Este grupo tenía como principal objetivo alinear su política interna, entre ellas la política científico-tecnológica e industrial a los intereses norteamericanos. Si bien no compartía el pensamiento que promovía la autonomía tecnológica, el impulso de políticas públicas espaciales para el fortalecimiento de las relaciones diplomáticas con EE.UU. materializó proyectos satelitales de antaño. En el proceso de alineamiento con la política de EE.UU., el gobierno nacional generó paradójicamente las condiciones para el desarrollo y la destrucción de capacidades espaciales locales. Mientras la política pública implementada desde la creación de CONAE permitió el diseño y fabricación local de satélites, simultáneamente generó la desarticulación de los proyectos, instalaciones y grupos de trabajo vinculados al diseño y fabricación de vectores de lanzamiento.

El segundo grupo social identificado está conformado por militares aeronáuticos, cuyos intereses estaban centrados en mantener bajo su dominio las actividades espaciales, puesto que consideraban el espacio ultraterrestre una extensión del espacio aéreo. Este grupo es visibilizado por la CNIE que desde mediados de la década de 1960 tiene como objetivo desarrollar tecnologías espaciales locales, entre ellas satélites científicos. Al interior de este grupo, se encuentra un subgrupo conformado por los ingenieros de la CNIE, el IAFE, el Centro de Investigaciones en San Miguel, la Planta de Falda del Carmen que comparten las ideas de autonomía tecnológica y son los que llevan adelante los proyectos espaciales de producción nacional.

El tercer grupo social identificado es el de la CONAE. Los funcionarios de esta Comisión, liderados por Conrado Varotto estaban interesados en el desarrollo endógeno de capacidades espaciales de índole teórica y práctica.

El cuarto grupo social relevante está conformado por INVAP S.E. Los empleados de la empresa estaban interesados en ampliar las áreas de negocios mediante la exportación de tecnología nuclear y el desarrollo de nuevas áreas productivas. La incursión en el área satelital respondió al convencimiento interno de la empresa acerca de sus capacidades para el desarrollo de proyectos complejos y a la cancelación de los

proyectos nucleares en el marco de ratificación de los tratados de no-proliferación por el Poder Ejecutivo. Al interior de este grupo social relevante, existía un subgrupo conformado por los ingenieros y técnicos responsables de la fabricación e integración de los artefactos, que negociaban significaciones con los funcionarios.

El quinto grupo social relevante es el de las agencias espaciales extranjeras. Este grupo está conformado principalmente por la NASA y la Agencia Espacial Italiana, quienes estaban interesadas en los proyectos satelitales argentinos. Estas agencias participaron directamente en el diseño y ejecución de las distintas misiones, mediante el aporte de instrumentos de carga útil, componentes y subsistemas para la plataforma satelital, asesoramiento y documentación técnica específica.

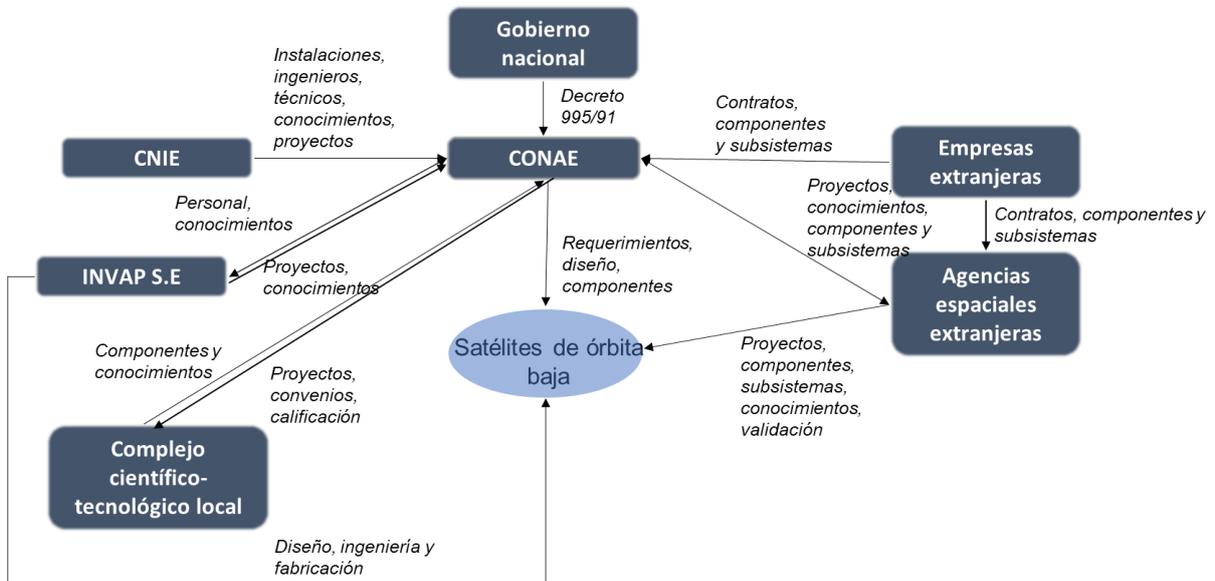
El sexto grupo social identificado está constituido por empresas extranjeras con prolongada experiencia en el mercado de fabricación satelital. El interés de estas empresas era ampliar su cartera de clientes en un mercado de características reducidas.

El séptimo y último grupo social relevante está conformado por instituciones del complejo científico-tecnológico argentino. En este grupo se encuentran los ingenieros y científicos de la CNEA, del Centro Atómico Constituyentes, de las universidades nacionales, entre otros que estaban interesados en el desarrollo de proyectos científico-tecnológicos en general. Este grupo carecía de experiencia en cuestiones espaciales.

La descripción de los grupos sociales relevantes y los sentidos dados al satélite de producción nacional permite en un primer nivel de análisis deconstruir el artefacto en tantos artefactos como significados dados mediante lo cual se recuperan los aspectos sociales de los procesos de desarrollo tecnológico. En un segundo nivel, permite identificar ciertos aspectos de poder y visibilizar las disputas de sentido y las negociaciones establecidas para imponer un significado en desmedro de otro.

Para aumentar la capacidad explicativa sobre los procesos de estabilización de los satélites científicos de producción local se introdujo la categoría de *alianza socio-técnica*, la cual generaba mayor espacio a los artefactos al tiempo que resaltaba cuestiones políticas y estratégicas en las relaciones establecidas -ahora socio-técnicas- para la construcción de funcionamiento.

Gráfico Nº 3: Alianza socio-técnica de la producción local de satélites de órbita baja (1991)



Fuente: elaboración propia

En Argentina existían desde la década de 1960 diversos actores sociales interesados en el desarrollo de investigaciones y actividades espaciales nucleados en la CNIE. Durante la década de 1980, un grupo conformado por militares de la Armada Argentina y especialistas en el espacio cuestionó: 1- el rol desempeñado por la CNIE, puesto que consideraban que el espacio era de interés de todo el país, y no sólo de la Fuerza Aérea Argentina, institución que había realizado múltiples desarrollos endógenos en cohetes y propulsores, pero no había logrado materializar los proyectos satelitales y 2- la falta de una política espacial para el país. En dicho escenario, aumentaron las presiones internacionales sobre el gobierno nacional para la cancelación del Proyecto Cóndor, significado por éstas como un arma de destrucción masiva.

El gobierno nacional quería deconstruir la imagen de Argentina como país no confiable para las potencias extranjeras, por ello decidió promover una política espacial alineada a sus intereses diplomáticos. Mediante el Decreto PEN Nº 995/91 creó una agencia espacial de carácter civil, la CONAE, y desmanteló la CNIE y sus proyectos de cohetes. En dicho proceso de creación y tras la designación de Varotto como presidente de la agencia espacial, la CONAE logró articular todas las instalaciones productivas, ingenieros, técnicos, conocimientos, capacidades y proyectos de la CNIE y las capacidades científico-tecnológicas y de gestión de uno de los fundadores de INVAP S.E. Ello la posicionó como un actor con capacidad de alinear y coordinar los intereses de

otros actores relevantes.

La primera estrategia de la CONAE fue afianzar los vínculos con la NASA, mediante la definición conjunta de las misiones satelitales. Ello posibilitó que entre ambas agencias circulase capital, componentes, subsistemas y conocimientos que calificaron los satélites de observación terrestre producidos localmente. La certificación de los productos y procesos generó el alineamiento de otras agencias espaciales, como la Agencia Espacial Italiana y el Centro Nacional de Investigaciones Espaciales de Francia.

La segunda estrategia de los funcionarios de la CONAE fue afianzar los vínculos con INVAP S.E. para la construcción local de los satélites de observación terrestre. Conrado Varotto compartía el pensamiento que asociaba la producción endógena de tecnologías estratégicas con el desarrollo económico. La designación de Varotto como director de la CONAE permitió que ésta materialice los proyectos satelitales de antaño, y que INVAP S.E. amplíe sus áreas productivas, al incursionar en el sector satelital.

La tercera estrategia desarrollada por la CONAE fue el establecimiento de convenios con organismos del complejo científico-tecnológico local. Si bien la política económica del gobierno nacional no promovía el desarrollo de la ciencia y la tecnología, y la política sectorial era desalentadora, diversos institutos y universidades nacionales fueron incorporados a la alianza. Éstos desarrollaron instrumentos, software y componentes que fueron probados en órbita, con la consecuente generación de capacidades. Hasta dicho momento, tales instituciones carecían de la experticia requerida en los proyectos espaciales.

Debido a la ausencia en el mercado argentino de proveedores con calidad y experiencia en la fabricación de instrumentos espaciales, la CONAE decidió comprar algunos componentes y subsistemas a empresas extranjeras. Estas empresas extranjeras fortalecieron la alianza socio-técnica, puesto que eran el único actor privado con capacidades acumuladas en la materia.

En suma, a excepción de los ingenieros y técnicos vinculados al Proyecto Cóndor, los cuales fueron retirados o trasladados a tareas que no comprometieran las relaciones diplomáticas del gobierno argentino con su par norteamericano, la CONAE logró alinear y coordinar a los otros grupos sociales relevantes en torno a la producción local de satélites de observación terrestre.

2.4. Conclusiones

En las primeras décadas del siglo XX, se registró en Argentina, en el seno de un grupo de militares aeronáuticos, un pensamiento que promovía la producción nacional de tecnologías estratégicas. Si bien dicho pensamiento rebasó los límites de la esfera militar, los avances en la producción endógena de aviones, automóviles, embarcaciones, reactores nucleares, vehículos cohetes y satélites artificiales estuvieron próximos en sus orígenes al accionar de las fuerzas armadas.

Casi setenta años después de los primeros discursos que promovían el diseño y la fabricación de tecnologías en el país, la Argentina desarrolló con recursos humanos y físicos locales los primeros satélites de observación terrestre. El análisis de las capacidades tecnológicas generadas en el área espacial permite observar que si bien el proceso de producción de conocimientos es acumulativo (Villavicencio y Arvanitis, 1994; Ortega Rangel, 2005), el mismo no tiene carácter lineal.

Las políticas públicas ejercen influencia en las dinámicas de acumulación y des-acumulación de capacidades tecnológicas y conocimientos, principalmente en aquellas áreas cuyo desarrollo requiere la promoción directa del Estado. Dicho proceso puede ser explícito o implícito. El gobierno nacional mediante la sanción de una política pública, la creación de CONAE y la aprobación del Plan Espacial “Argentina en el espacio 1995-2006”, ejerció una influencia contradictoria en las curvas de aprendizajes del sector espacial. Por un lado, llevó a que el 7 de julio de 1991, el brigadier Juliá ordenara el cierre de la planta industrial de Falda del Carmen, previo a su traspaso a la CONAE. Este hecho derivó en la pérdida de múltiples capacidades tecnológicas, no sólo generadas por la destrucción física de maquinarias y componentes, sino por la persecución y el hostigamiento hacia el personal especializado. Por otro lado, si bien el programa económico del gobierno nacional favorecía la importación tecnológica, los acuerdos de cooperación establecidos con la NASA y otras agencias espaciales, favoreció el diseño y producción local de satélites.

La experiencia analizada en este capítulo visibiliza que las trayectorias institucionales si bien condicionan la dirección del cambio tecnológico, no constituyen un factor determinante, puesto que la acción de elementos externos, tales como una política pública, puede acelerar, estacionar o interrumpir el mismo.

Si bien el análisis de este capítulo dio cuenta de la creación y acumulación de capacidades en INVAP S.E. y otras instituciones del sector científico-tecnológico argentino, la destrucción simultánea de capacidades tecnológicas permite afirmar que la política pública en materia espacial del gobierno nacional durante la década de 1990

no constituyó una política industrial para el desarrollo político-económico. Esta política, más bien fue el reflejo del alineamiento de la política exterior argentina con la posición norteamericana respecto al discurso de no proliferación de armas de destrucción masiva.

3

OPERACIÓN DE SATÉLITES GEOESTACIONARIOS EN ARGENTINA

En mayo de 1945, el físico y escritor británico Arthur C. Clarke publicó el artículo *The Space-Station: Its Radio Application*, en el cual analizaba la tecnología espacial desarrollada durante la Segunda Guerra Mundial. Dicho artículo proponía que los desarrollos tecnológicos que habían derivado en el cohete alemán V2²⁹ podían ser utilizados con fines pacíficos para la puesta en órbita de satélites que comunicaran distintos puntos de la superficie terrestre. En el mismo año, Clarke sustentaba teóricamente su idea, mediante la publicación del artículo *Extra-terrestrial Relay. Can Rocket Stations Give World-Wide Radio Coverage?* En dicho trabajo, el autor planteaba que un objeto a una distancia de 35.786,55 km de la línea ecuatorial compensaría la fuerza de atracción gravitatoria con la fuerza centrífuga de revolución terrestre y alcanzaría un equilibrio de fuerzas. Esta propiedad física permitiría que el objeto girara a la misma velocidad que la Tierra en un período orbital de 23 horas 56 minutos y 4 segundos, permaneciendo estacionario respecto a un punto de la superficie terrestre. Esta particularidad tornaba a dicho espacio especialmente útil para el desarrollo de las comunicaciones, porque facilitaba la ubicación de satélites artificiales capaces de enviar señales de microondas en forma directa a estaciones emisoras y receptoras en tierra. Ello resolvía el problema que generaba la curvatura de la Tierra, respecto a la comunicación directa de dos puntos situados de forma opuesta. El mismo Clarke había establecido teóricamente que tres satélites geoestacionarios, ubicados a una distancia de 120° entre ellos, serían capaces de dar cobertura a todo el planeta (Clarke, 1945).

La órbita geoestacionaria es un espacio de 150 kilómetros de ancho y un espesor aproximado de 30 kilómetros. Al tener una inclinación de 0° respecto al plano del Ecuador terrestre, el 70% de la misma se ubica sobre la masa oceánica, mientras que el 30% restante está sobre los países ecuatoriales: Gabón, Congo, República Democrática del Congo, Uganda, Kenya, Somalia, Indonesia, Ecuador, Colombia y Brasil (Torres Durán, 2014). Este espacio es considerado un recurso natural, en el que los Estados ejercen soberanía mediante la puesta en órbita de satélites en las distintas

²⁹ El cohete V2 era un misil balístico de largo alcance desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial en Alemania, con vuelo suborbital. Es decir, el cohete se desplazaba a 100 Km de altura o más sin circunvalar la Tierra.

posiciones orbitales. Sin embargo, constituye un recurso natural limitado, puesto que existe un condicionamiento material al uso y ocupación de tales posiciones, debido a las posibles interferencias físicas e interferencia de frecuencias³⁰.

La puesta en órbita de un satélite geoestacionario requiere responder tres preguntas básicas: 1- ¿Qué arco de la órbita ocupará el satélite?; 2- ¿Qué frecuencia radioeléctrica³¹ utilizará?, y 3- ¿Cuál será su área de cobertura sobre la superficie terrestre? La interrelación de estos tres elementos conforma el recurso órbita-espectro. El recurso órbita-espectro, es un recurso natural limitado constituido por las posiciones en la órbita de los satélites geoestacionarios y el espectro de frecuencias radioeléctricas atribuido a los servicios de radiocomunicaciones por satélite para dar servicio en un área determinada (OEA, Decisión 395).

El incremento considerable en el empleo de sistemas satelitales para la comunicación, dado los grandes beneficios económicos que reportaba a las compañías operadoras conllevó la necesidad de reglamentar y normalizar el acceso al recurso órbita-espectro. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), organismo dependiente de las Naciones Unidas tiene como objetivo establecer los mecanismos de distribución de las posiciones orbitales y la asignación de frecuencias, así como garantizar la utilización racional, eficaz, equitativa y económica de tales recursos (Constitución de la UIT, 2011).

Hacia la década de 1980, el recurso órbita-espectro estaba ocupado en un 60% de su capacidad por satélites de Estados Unidos y la URSS, mientras el 40% restante estaba bajo control de la UIT para ser distribuido entre el resto de los países (Guevara, 2013). El carácter limitado del recurso órbita-espectro, su potencial saturación³² y el control hegemónico sobre el mismo por parte de los países industrializados, conllevó múltiples controversias geopolíticas y jurídicas entre los Estados con capacidad industrial y los Estados carentes de medios técnicos. La normativa internacional reconoció el acceso equitativo al recurso órbita-espectro, aunque en la práctica, el mismo quedó condicionado al desarrollo industrial espacial de los Estados (Torres Durán, 2014; Guevara, 2013).

³⁰ La interferencia se entiende como el efecto de una energía no deseada debida a una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción en un sistema de radiocomunicación, que se manifiesta como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información que se podría obtener en ausencia de esta energía no deseada (Elbert, 2008)

³¹ Conjunto de ondas electromagnéticas que existen en el universo, ordenadas en función de sus frecuencias y longitudes de ondas, o de la energía que transportan.

³² La saturación de la órbita geoestacionaria además de la ocupación efectiva se debe a la existencia de satélites de papel o proyectos satelitales que posibilitan a un Estado, poseer una posición orbital para ocupación futura, y satélites cuya vida útil concluyó y no fueron removidos a órbita inclinada.

3.1. El Sistema Nacional de Telecomunicaciones mediante Satélite Nacional Multipropósito

En 1960, algunos funcionarios gubernamentales consideraron que la infraestructura argentina era insuficiente para satisfacer la demanda de comunicaciones existente en el mercado local, por lo que, la Secretaría de Comunicaciones analizó dos alternativas para ampliar la oferta efectiva: 1- el ingreso al consorcio INTELSAT³³, principal operadora de satélites en el mundo, con el consecuente uso de los transpondedores satelitales³⁴; y 2- el tendido de nuevos medios terrestres. Debido a los altos costos e ineficiencia de los medios convencionales de comunicación en un territorio caracterizado por la presencia de zonas de difícil acceso y de baja densidad poblacional, la Secretaría de Comunicaciones y otras instituciones interesadas en cuestiones espaciales consideraron que los enlaces satelitales eran la solución más adecuada (Domínguez, 1991). Por ello, la Secretaría de Comunicaciones, la empresa pública ENTEL, las Fuerzas Armadas y el Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE) conformaron una Comisión y realizaron un análisis de factibilidad para la instalación de una estación de control y telemetría, encargada de comandar los enlaces satelitales para comunicaciones. El sitio estudiado para su instalación fue la localidad de Balcarce puesto que sus características naturales, al mismo tiempo que facilitaban los radioenlaces, actuaban como un blindaje a las interferencias radioeléctricas que podrían tener lugar (Murcia, 1969).

El proyecto se materializó con el ingreso al Consorcio Internacional de Telecomunicaciones por satélite de INTELSAT en 1965 y la construcción de la estación terrena de Balcarce en 1969 a cargo del *Corsorzio per Sistemi di Telecominazioni Via Satellite* de Italia (Decreto PEN N° 17.395/67). El proyecto tuvo un costo total de U\$S 32 millones, siendo U\$S 7 millones el costo de puesta en operación de la estación terrestre y U\$S 25 millones la compra de acciones para el ingreso a INTELSAT (Domínguez, 1991). Ello permitió que, primero el satélite IS II, luego el IS III y el IS IV A proveyeran servicios satelitales en Argentina para telefonía internacional y un canal de televisión en blanco y negro a través de *Communication Satellite Corporation* (COMSAT), un grupo estatal norteamericano (Varela, 2003).

³³ El 20 de agosto de 1964 surgió *International Telecommunications Satellite Consortium* (INTELSAT) a partir de la firma de dos Acuerdos por parte de la República Federal Alemana, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Irlanda, Italia, Japón, Noruega, Portugal, Suecia, Suiza y Vaticano.

³⁴ Un transpondedor es un dispositivo utilizado en los servicios de telecomunicaciones para la recepción, amplificación y reemisión de la señal en una banda distinta a la original.

Si bien los equipos de la estación terrena, la antena y los paneles fueron comprados en fábricas europeas, varios técnicos argentinos recibieron capacitaciones en los sistemas de transmisión, recepción y seguimiento del satélite. Asimismo, en Italia dichos técnicos realizaron cursos afines para capacitarse en el funcionamiento de la estación terrena que debían operar (UIT, 1969).

El gobierno nacional estableció que la organización, explotación y propiedad jurídica del complejo de comunicaciones de Balcarce, por cuestiones técnicas, económicas y de defensa nacional correspondiese a la empresa pública ENTEL (Decreto PEN Nº 8.541/68). El dominio de ENTEL sobre las comunicaciones en Argentina derivó en la desaparición de varias compañías privadas que hasta dicho momento se ocupaban de brindar servicios de telefonía local, como Western Electric, ITT, Italcable y Transradio (Ilustrados, 1969). La Ley Nacional de Telecomunicaciones de 1972 reafirmó la hegemonía del Estado y ENTEL en materia de comunicaciones, al restringir la operación satelital a cualquier operador, a excepción de aquellos autorizados por el Poder Ejecutivo nacional (Ley Nº 19.798/72). Dichas disposiciones, si bien ampliaron la oferta efectiva del complejo de comunicaciones mediante el uso de los transpondedores de INTELSAT, no favorecieron una cobertura equitativa en todo el territorio argentino, puesto que el satélite brindó cobertura al área central del país (Varela, 2003).

Ante esta situación, la Secretaría de Comunicaciones mediante la Res. 177 SC/74 creó en 1974, una Comisión conformada por el Ministerio de Defensa, el Ministerio de Cultura y Educación, el Comando General del Ejército, el Comando General de la Armada, el Comando General de la Fuerza Aérea, la Empresa Nacional de Correos y Telégrafos (ENCOTEL), ENTEL, el CONICET y la Oficina Sectorial de Desarrollo de Comunicaciones. Esta Comisión tenía el objetivo de analizar la puesta en operación de un sistema nacional de comunicaciones mediante satélite. No obstante, el primer informe de la entidad consideró inadecuado la instalación de un sistema de comunicaciones cuya base fuese un satélite de bandera argentina, puesto que el proyecto demandaba un alto índice de divisas y el país carecía del desarrollo industrial y tecnológico necesario para tal proyecto (Res. 745 SC/74). Según el Ingeniero Goytea y el Ingeniero Mazzaro, en las negociaciones de la Comisión primó el proyecto de desarrollar un plan de microondas bajo la dirección de ENTEL que la ampliación de las comunicaciones nacionales (Goytea, 1992; Mazzaro, 1993).

En 1978, mediante Res. 467 SC/78, la Secretaría de Comunicaciones insistió nuevamente en la realización de estudios de prefactibilidad sobre la conveniencia en la instalación de un sistema nacional de telecomunicaciones mediante satélite. Tras

diversas negativas, en 1979, se conformó una nueva Comisión con el objetivo de determinar la conveniencia o no de la implantación de un sistema nacional de comunicaciones mediante satélite (Res. 272 SC/79). Esta Comisión -integrada por el Ministerio del Interior, el Ministerio de Defensa, el Ministerio de Cultura y Educación, el Comando en Jefe del Ejército, el Comando en Jefe de la Armada, el Comando de Jefe de la Fuerza Aérea, la Secretaría de Planeamiento de la Presidencia de la Nación, la Secretaría de Información pública, la Secretaría de Salud Pública, la Secretaría de Comunicaciones, el Instituto de Planificación Económica, el INTI, la CNIE, ENCOTEL, ENTEL y el Consejo Interprovincial de Ministros de Obras Públicas- presentó un informe de factibilidad que consideraba viable el proyecto Sistema Nacional de Comunicaciones mediante Satélite Nacional Multipropósito (Res. 670 SC/80). Si bien al interior de la Comisión existían diversas posiciones respecto a la implementación del Sistema Satelital Nacional, la Secretaría de Comunicaciones estabilizó la idea que debido “a razones de soberanía, geopolítica y de interés nacional, era imprescindible gestionar los puntos necesarios en la órbita geoestacionaria” (Res. 670 SC/80). Ese mismo año, la CNIE encargó un estudio a la empresa norteamericana *Hughes Communication International*, que determinó que las posiciones orbitales de 60°O y 65°O eran las más adecuadas a ser solicitadas, en función de que atravesaban todo el territorio nacional (Domínguez, 1991).

En base a los estudios técnicos, económico-financieros, tecnológico-industriales y geopolíticos realizados por la Comisión de 1979, el Poder Ejecutivo creó el Decreto PEN Nº 1671/83, el cual 1- declaraba de interés nacional al proyecto Sistema Satelital Nacional (art. 1); 2- determinaba que el Comando en Jefe de la Fuerza Aérea era responsable del segmento espacial del proyecto, es decir de la provisión de los satélites, de los vectores de lanzamiento, y de la estación de comando, control y telemetría; mientras que la Secretaría de Comunicaciones era responsable de la operación del segmento terrestre y de las gestiones ante la UIT para la asignación de las posiciones orbitales (art.3); por último, establecía la conformación de una Comisión Técnica encargada de las tareas políticas, técnicas y administrativas (art. 4) conformada por personal de la Secretaría de Comunicaciones, la CNIE, ENTEL y ENCOTEL. Los principios que organizaron los estudios de la Comisión Técnica fueron favorecer: 1- el desarrollo descentralizado; 2- el orden social y nacional; 3- la soberanía nacional; 4- la integración americana; 5- la geopolítica regional; 6- el progreso y la adecuación al mundo moderno; 7- la reactivación industrial; 8- la defensa nacional y 9- la complementariedad con el sistema de comunicaciones por microondas existentes, bajo la dirección de ENTEL (Mazzaro, 1993).

Si bien la Comisión Técnica había involucrado sólo entidades públicas, la CNIE desarrolló una serie de reuniones de trabajo y conferencias con el sector privado nacional e internacional con el objetivo de ampliar los conocimientos disponibles en la materia y fortalecer el Sistema Satelital Nacional mediante la alineación del sector empresario (Domínguez, 1991). Las empresas de capital nacional que participaron de las reuniones fueron *IA Electrónica, Ampo, Kriper, Thompson Arg., GTE, Teletra, Sicom, Ematel, INVAP S.E., Tevycom-Fapeco, Audine, Standard Electric, Ericsson, Techint, Servotron, Evequoz y Fadeplac*, entre otras. La Comisión analizó el equipamiento de las empresas, la potencialidad de su intervención y concluyó que, si bien existía posibilidad de intervención de la industria nacional en el segmento terrestre del Sistema Satelital Nacional, dependía ello de la política industrial, en especial del uso de la capacidad de compra del Estado Nacional (Domínguez, 1991; Mazzaro, 1993). Entre las firmas de capital extranjero que participaron de las reuniones de trabajo y conferencias estaban *Thomson-CFS, Mc Donnell Douglas Astronautics, Ford Aerospace, y RCA Astro Electronics* de EE.UU.; *Dornier GmbH* de Alemania; *Sateil Conseil, Matra Espace, Aerospatiale y Arianespace* de Francia. Las interacciones entre la CNIE y las empresas líderes en el sector satelital posibilitaron acumular documentación técnica y generar conocimientos locales, mediante ensayos y ejercicios de diseño, así como formar profesionales calificados en el sector y estrechar vínculos con entes internacionales (Domínguez, 1991; Mazzaro, 1993).

Los estudios técnicos y de costos realizados para el diseño del segmento terrestre, del segmento espacial y de las bandas de frecuencia más apropiadas para el Sistema Satelital Nacional no fueron llevados a la práctica luego de la asunción de las nuevas autoridades gubernamentales en 1983. Sin embargo, dichos análisis constituyeron las bases de otra Comisión (Res. 422 SC/84). En el marco de esta última Comisión, y de acuerdo a la existencia de servicios satelitales con áreas de cobertura en zonas económicamente rentables, la CNIE presentó en el Congreso de la Nación un proyecto de ley para la construcción del Sistema Satelital Nacional; y veintiséis días más tarde, junto a la Secretaría de Comunicaciones, el pedido de asignación de dos posiciones orbitales ante la UIT (Mazzaro, 1993).

Si bien la ausencia de objetivos claros en el área de comunicaciones, la falta de conocimientos en el sector e intereses corporativo-económicos contrarios a la iniciativa, imposibilitaron la aprobación del proyecto de ley (Domínguez, 1991; Mazzaro, 1993), el 25 de junio de 1985, la UIT adjudicó a la Argentina dos posiciones en el recurso órbita/espectro, 72°O y 76°O u otras sujetas a disponibilidad con un plazo de seis años para su ocupación efectiva (Res. 1.202 SC/93). Aunque las posiciones 60°O y 65°O

resultaban las más adecuadas al territorio argentino, según estudios de *Hughes Communication International*, dado que estaban ocupadas se concedió derechos de ocupación sobre otros puntos orbitales (N. Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019).

En agosto de 1985, la Secretaría de Comunicaciones y la CNIE, mediante una serie de acuerdos bilaterales con Alemania crearon la Comisión Mixta Científico-Tecnológica con el objetivo de obtener colaboración en el desarrollo de las comunicaciones satelitales (Domínguez, 1991; Mazzaro, 1993; N. Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019). La Comisión Mixta desarrolló un proyecto para la descripción y evaluación de un sistema geoestacionario con cobertura sobre el territorio argentino. Este proyecto comprendía cinco fases: 1- análisis de la demanda; 2- diseño conceptual con evaluación de costos y beneficios; 3- licitación y evaluación de ofertas; 4- construcción e instalación; y 5- explotación y mantenimiento (Méndez Guerin, 1990). En función del análisis de la demanda del sector público y privado, la Comisión concluyó que los requerimientos básicos del satélite eran articular un bajo costo, larga vida útil y alta confiabilidad para que el satélite diera cobertura a todo el territorio continental de la Argentina, Sector Antártico Argentino e Islas del Atlántico Sur. Para ello, la Comisión definió 1- construir un satélite de alta eficiencia que comprendiera una gran cantidad de canales operacionales en una masa reducida; 2- elevar la confiabilidad del artefacto a partir de la redundancia satelital y la utilización de la mejor tecnología disponible; 3- simplificar la operación terrestre y 4- adecuar el número de transpondedores a los estudios de demanda efectuados para evitar el sobredimensionamiento y el sobreprecio (Méndez Guerin, 1990; Domínguez, 1991).

La Comisión Mixta, de acuerdo a los estándares internacionales definió un sistema de dos satélites, de los cuales uno estaría operativo y el otro se mantendría en reserva durante dos años (Méndez Guerin, 1990). Cada uno de los satélites tendría una masa de 1500 Kg y 13 transpondedores activos con un ancho de banda de 54 Mhz para dar servicio en Banda Ku (Domínguez, 1991). En América Latina, la mayoría de los satélites operativos utilizaba la Banda C para los enlaces ascendentes y descendentes de comunicación. Sin embargo, la Comisión consideró que era más adecuado el uso de la Banda Ku porque dicha banda requiere antenas de menor tamaño, lo cual reducía el costo de construcción del segmento terrestre (N. Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019). Asimismo, la reducida dimensión de las antenas se adecuaba a la provisión de servicios de comunicaciones con móviles aéreos y marítimos (Méndez Guerin, 1990; Domínguez, 1991).

De acuerdo a los proyectos encarados por las comisiones precedentes, la Comisión Mixta reconocía que el sector empresario local no estaba en condiciones de participar en la construcción del segmento espacial, debido a la falta de instalaciones adecuadas para la fabricación y el control de calidad que requería esta industria (N. Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019). Sin embargo, consideraba clave la participación de los empresarios locales en la provisión del segmento terreno, debido a las capacidades y conocimientos adquiridos por los ingenieros y técnicos argentinos en áreas estratégicas, tales como el desarrollo nuclear y a la necesidad de emplear recursos físicos y humanos locales dada la situación socio-económica e industrial del país (Domínguez, 1991: 329).

En 1988, la Comisión Mixta luego de tres años de trabajo, presentó al poder ejecutivo nacional un proyecto de implantación de un Sistema Satelital Nacional para la ocupación de las posiciones orbitales cedidas por la UIT (Ciancaglini, 1992). Si bien el gobierno nacional aprobó el proyecto, la crítica situación económica de Argentina; el resultado de las elecciones de 1989, adverso al partido gobernante; y el adelanto del cambio de gobierno, imposibilitaron la ejecución del mismo (Ciancaglini, 1992).

3.1.1. La problematización acerca de no ocupar del recurso órbita/espectro

La solicitud de reserva de puntos orbitales efectuada en 1985 ante la UIT amplió los recursos naturales del Estado (R. Goytea, comunicación personal, 27 de agosto de 2019). Sin embargo, la ausencia de conocimientos en cuestiones espaciales, la existencia de intereses político-corporativos contrarios al desarrollo de un sistema satelital nacional, la falta de materialización de los proyectos satelitales bajo la dirección de la CNIE y la crisis político-económica argentina imposibilitaron la ocupación efectiva de tales recursos (Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019; R. Goytea, comunicación personal, 27 de agosto de 2019). Si bien esta cuestión era de interés nacional, era visibilizada por unos pocos actores sociales, entre ellos la Secretaría de Comunicaciones, ingenieros vinculados a las fuerzas armadas y algunos académicos interesados por el espacio. En 1991, la cuestión sobre la ocupación de los recursos en el espacio ultraterrestre se volvió un problema en la agenda política. Para explicar cómo esta cuestión se problematizó es necesario analizar cómo distintos actores sociales significaron la cuestión y las acciones que llevaron a cabo.

En 1990, el ingeniero Miguel Ángel Pesado presentó ante el Jefe de Asesores de la Secretaría de Comunicaciones, el ingeniero Ricardo Goytea, un expediente en el cual se presentaba el proyecto realizado por Humberto Ciancaglini para ocupar las

posiciones orbitales (Pesado, 2020). Tras la revisión del expediente y la comprensión del problema, el Jefe de Asesores dio a conocer al Secretario de Comunicaciones, el ingeniero Otero, la posible pérdida de las posiciones orbitales reservadas para la Argentina (Domínguez, 1991; Goytea, 2019). Ante la insistencia de su jefe de asesores, el Secretario de Comunicaciones conformó la Comisión Especial Sistema Satelital Nacional Multipropósito para Servicios de Comunicaciones (Res. 123 SbC/1990). Esta Comisión presidida por el ingeniero Goytea y el ingeniero Ciancaglini (Res. 223 SbC/1990), en base a la experiencia de las comisiones precedentes, consideró que el Sistema Satelital Nacional debía ser provisto por inversores privados, debido a que las capacidades existentes en el país no garantizaban la ocupación de las posiciones orbitales en el plazo estipulado por la UIT (Goytea, 2019). Ante el inminente vencimiento del plazo de ocupación de las posiciones, la Comisión solicitó dos pedidos de prórrogas a la UIT, la cual estableció el 24 de junio de 1994 como fecha límite para la puesta en operación del Sistema (art. 35, Decreto PEN Nº 1321/92).

La preocupación por no ocupar las posiciones orbitales era común a ex oficiales de la Armada, ingenieros y académicos dedicados al derecho espacial puesto que, de no cumplirse con los plazos establecidos, se perderían derechos sobre los lugares asignados (N. Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019). Un conjunto de altos oficiales de la Armada, que consideraban estratégico el desarrollo satelital en el país (no necesariamente de fabricación nacional) decidió conformar una Comisión Académico-Universitaria para Asuntos Espaciales con el objetivo de ocupar al menos una de las posiciones orbitales asignadas a la Argentina (Memorándum Comisión Académico-Universitaria, 1991).

La acción conjunta de la Comisión gubernamental presidida por Goytea y Ciancaglini, y la Comisión Académico-Universitaria configuraron el problema sobre la falta de ocupación de las posiciones orbitales. Este problema no fue significado de manera homogénea por los actores sociales interesados en su resolución. Para la Comisión presidida por Goytea, no ocupar las posiciones orbitales era un problema de pérdida de recursos del país ante las exigencias de tiempo de la UIT.

Personalmente, yo soy partidario de las cosas gubernamentales, pero no estaban dadas las condiciones, especialmente por el tiempo. El Estado para hacer un proyecto... yo hice proyectos que para que salgan estuve un año. Cuando vi que quedaban dos meses... Aunque hubiéramos tenido tiempo, al gobierno no le interesaba, no tenía un peso. En ese momento empezó hablarse de satélites. Antes no se sabía nada. El que era del gobierno, que no tenía nada que ver con la parte técnica, no sabía. No hubiese salido jamás.

Hubiésemos perdido las posiciones satelitales (R. Goytea, comunicación personal, 27 de agosto de 2019, el resaltado es propio).

Mientras para la CNIE, institución dependiente de la Fuerza Aérea, no ocupar las posiciones orbitales era un problema de su incumbencia exclusiva, para la Comisión Académico-Universitaria la falta de ocupación de las posiciones en la órbita geoestacionaria no estaba restringido a ninguna institución, sino que era un problema de la sociedad toda.

Nadie prodrá sustentar que las decisiones políticas y estratégicas sobre el espacio exterior deben ser tomadas bajo la conducción de la Fuerza Aérea Argentina porque el espacio ultraterrestre sea una prolongación del espacio aéreo (...) la única fórmula que encontramos es la de **escuchar todas las voces que se alzan, cada vez con más frecuencia e intensidad y desde los ámbitos más diversos del quehacer nacional** (...) (Domínguez, 1991:366-367, el resaltado es propio)

La Comisión gubernamental convocó a distintos actores e instituciones interesados en el problema generado por no ocupar las posiciones orbitales (Domínguez, 2013). Dicha política de apertura favoreció la alineación de intereses y el desarrollo de acciones conjuntas con el fin de visibilizar el problema y construir su solución, los miembros de la Comisión Académico-Universitaria, debido a interacciones personales previas, interesaron a decanos y académicos de universidades nacionales de distintos puntos del país en cuestiones espaciales y mantuvieron reuniones periódicas con el Secretario de Comunicaciones. También presentaron la cuestión de las posiciones orbitales en distintos ministerios, elaboraron un memorándum y lo presentaron al Poder Ejecutivo Nacional (Comisión Académico-Universitaria para Asuntos Espaciales, 1990) y finalmente presentaron la problemática sobre la falta de ocupación de las posiciones orbitales asignadas a la Argentina, así como las ventajas que representaba para el país la puesta en operación de un sistema satelital en las Jornadas Legislativas de Comunicaciones (Cámara de Diputados de la Nación, 1990). A su vez, si bien la Comisión reconoció a la CNIE como la única institución responsable de las cuestiones del espacio exterior, consideraron que la explotación de dicho espacio era de interés nacional por lo que se reunieron con el presidente de la Nación y el Ministro de Economía en la Casa Rosada, con una propuesta de ocupación de las posiciones orbitales mediante un llamado a licitación (Domínguez, 2013; N. Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019). En un escenario de ajuste fiscal, el poder

ejecutivo se interesó en el problema y apoyó la iniciativa debido al nulo costo que representaba el proyecto para el Estado nacional, ejecutado enteramente mediante inversiones privadas (N. Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019; R. Goytea, comunicación personal, 27 de agosto de 2019).

3.1.2. La inversión privada como solución a la ocupación de las posiciones orbitales

La Comisión Académico-Universitaria alineada con la Comisión Especial Sistema Satelital Nacional Multipropósito para Servicios de Comunicaciones, mediante distintas acciones configuró el problema sobre la falta de ocupación de las posiciones orbitales, lo incorporó en la agenda política y definió su solución mediante la participación del sector privado.

Si bien las Comisiones actuantes en el período 1985-1989 habían considerado necesaria la participación del sector privado, en particular en la provisión de sistemas y componentes para el segmento terreno del sistema satelital, la dirección y gestión del proyecto recaía en instituciones de carácter público. A partir de 1990, múltiples actores alinearon y coordinaron sus significaciones e intereses en función de la iniciativa privada.

Se identificó un grupo constituido por diversos integrantes de la Comisión Académico-Universitaria, quienes mantenían una posición crítica respecto a la intervención del Estado en sectores productivos, tales como el de telecomunicaciones. Por ello, consideraban fundamental la participación del sector privado en la explotación de las posiciones orbitales (Domínguez, 1991).

Existen grupos empresarios importantes, que han demostrado su interés en colocar, poner en funcionamiento y explotar el satélite multipropósito argentino, corriendo por su cuenta el riesgo empresario, por lo tanto, el Estado argentino podría contar con el satélite sin realizar inversión alguna, pues sólo tendría que ceder el uso del punto orbital reservado, y en las condiciones que se pacten. El uso sin cargo de tres o cuatro transpondedores, para destinarlos a la educación, a la salud pública y a la defensa podría ser uno de los requisitos (Comisión Académico-Universitaria para Asuntos Espaciales, 1990, el resaltado es propio).

En segundo lugar, si bien el ingeniero Goytea, presidente de la Comisión gubernamental, era partidario de las iniciativas productivas públicas, consideraba que,

ante la imposibilidad del Estado de proporcionar el sistema satelital nacional, la inversión privada era la solución al problema de la falta de ocupación de las posiciones orbitales (Goytea, 1992). La Comisión conocía 1- las acciones desarrolladas por las Comisiones precedentes, las cuales no llegaron a materializar el sistema satelital nacional; 2- el prolongado tiempo que demandaba la presentación y aprobación de proyectos en el sector público, y 3- el corto plazo de tiempo cedido por la UIT en calidad de prórroga, para la ocupación de las posiciones en el espacio ultraterrestre (R. Goytea, comunicación personal, 27 de agosto de 2019).

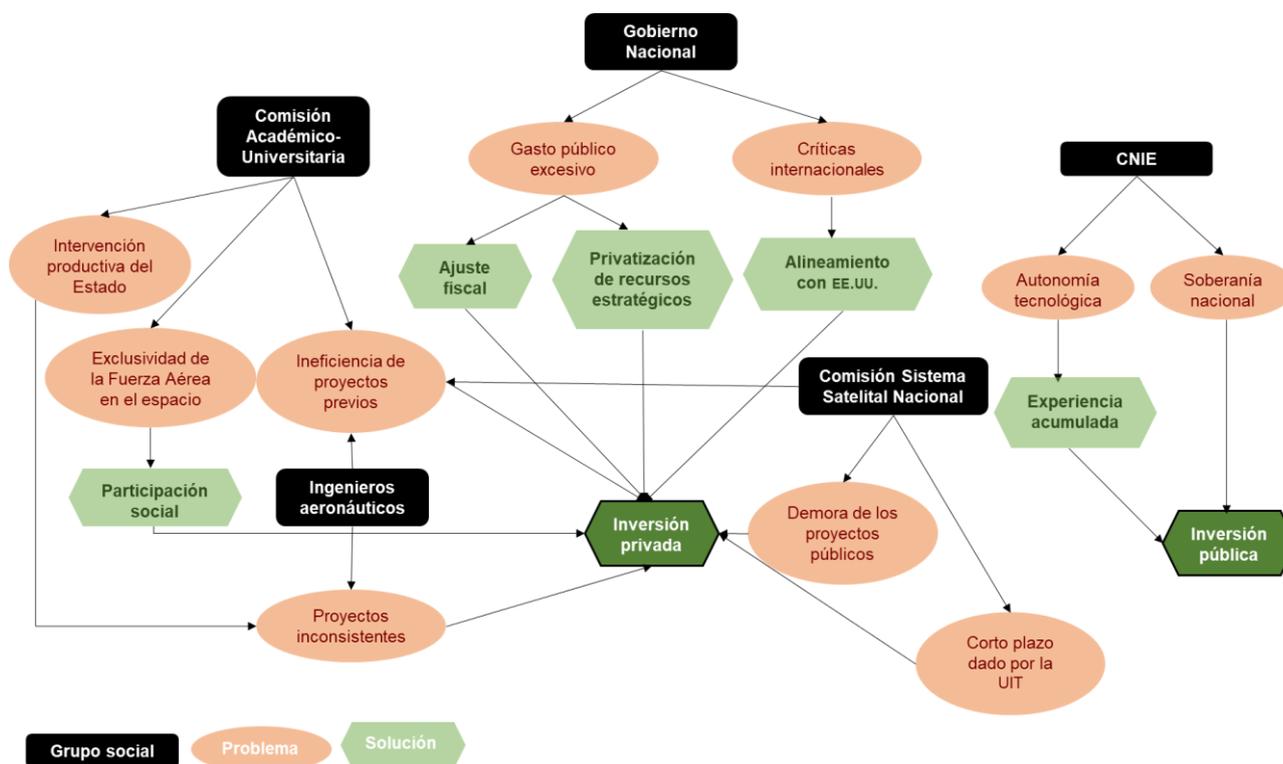
En tercer lugar, se identificó un grupo conformado por ingenieros aeronáuticos que expresaban sus ideas en publicaciones sectoriales y personal de las fuerzas armadas en general. Estos construían la idea de la inversión privada como solución a la provisión de un sistema satelital nacional para la ocupación de las posiciones orbitales, puesto que, si bien reconocían los estudios de factibilidad realizados por la CNIE, consideraban necesaria la participación privada para aportar solidez al proyecto y “descontar el tiempo perdido” (Méndez Guerin, 1990) o “focalizar en proyectos realistas y viables” (González, 1991).

En cuarto lugar, se identificó al poder ejecutivo nacional, el cual consideraba que la inversión privada en el área satelital de telecomunicaciones era la solución adecuada, ya que esta estrategia se alineaba con la política de ajuste fiscal y privatización de empresas públicas llevadas adelante en sectores estratégicos. Este grupo consideró viable la propuesta de la Comisión Académico-Universitaria debido a que la puesta en marcha del proyecto no representaba la erogación de fondos públicos (Domínguez, 2013).

Por último, se identificó un grupo conformado por la CNIE y personal de la Fuerza Aérea Argentina, los cuales consideraban que el sistema satelital debía ser provisto por el Estado argentino (Méndez Guerin, 1990). Sin embargo, las acciones previas en la materia y el aumento de las críticas internacionales al desarrollo de proyectos aeroespaciales de carácter militar -particularmente el desarrollo del lanzador Cóndor-, no favorecieron la alineación de intereses de otros grupos sociales respecto a esta iniciativa.

En suma, los significados otorgados por estos grupos sociales definieron el problema de no ocupar las posiciones orbitales a partir de la falta de un sistema satelital nacional, y orientaron la solución a la provisión de dicho sistema a partir de la inversión privada. Esta última idea excluía otras formas pasibles de indagación como así también potenciales soluciones al problema.

Gráfico Nº 4: Dinámica problema-solución en torno a la inversión privada



Fuente: elaboración propia

Estabilizado el problema y la solución, el gobierno nacional solicitó a la Comisión Nacional de Comunicaciones la elaboración de un Pliego de Bases y Condiciones para el llamado a Concurso Público Nacional e Internacional con el objetivo de establecer las especificaciones políticas, económicas y técnicas para la puesta en operación de dos satélites geostacionarios (Decreto PEN Nº 549, 1991).

Si bien los distintos grupos sociales intervinientes estabilizaron la inversión privada como solución, el proceso de redacción del Pliego dio cuenta de la flexibilidad interpretativa existente en torno a esta idea. Al interior del Estado se identificaron dos subgrupos con intereses diversos: 1- el poder ejecutivo nacional que carecía de conocimientos en la materia, por lo que su preocupación se centraba únicamente en el costo del proyecto (N. Domínguez, comunicación personal, 15 de abril de 2019), y 2- la Secretaría de Comunicaciones, que, en base a vínculos personales y corporativos, proponía que las especificaciones del Pliego se ajustasen a los intereses de una empresa norteamericana (R. Goytea, comunicación personal, 27 de agosto de 2019). Esta empresa extranjera, dedicada a la comercialización de servicios por radiofrecuencia en el país, estaba interesada en el dominio de los enlaces satelitales

puesto que, significaba la puesta en operación del sistema satelital nacional como una competencia a su actividad.

Al interior de la Comisión Sistema Satelital Nacional encargada de la redacción del Pliego de licitación, se identificaron dos subgrupos que significaban de diferente forma el proceso abierto: 1- los abogados expertos en derecho espacial, quienes postulaban entregar las posiciones orbitales al mejor demandante en términos económicos, y 2- los ingenieros electrónicos, quienes priorizaban la calidad técnica del satélite que se pondría en órbita (Domínguez, 2013).

A partir de los altos estándares técnicos exigidos en el concurso puede afirmarse que la versión final del Pliego de licitación dio cuenta de la imposición de sentido de los ingenieros electrónicos al interior de la Comisión. Para ello, construyeron una fórmula que especificaba los requerimientos técnicos de mayor nivel del sistema satelital nacional. Ante ello, algunos funcionarios de la Secretaría de Comunicaciones presentaron una fórmula alternativa, la cual fue desestimada por la misma entidad, luego de que se conociese la participación de empresarios norteamericanos en la adecuación de las especificaciones técnicas propuestas para el sistema satelital argentino (R. Goytea, comunicación personal, 27 de agosto de 2019).

Si bien el Pliego de licitación fue aprobado mediante el Decreto PEN Nº 2061/91, el mismo fue sometido a modificaciones a pedido de la Secretaría de Comunicaciones (Decreto PEN Nº 466/92; Decreto PEN Nº 1321/92). Entre las modificaciones se contabilizan: 1- se incorporó la regulación sobre el porcentaje mínimo de acciones, un 25%, para los accionistas originales (Art. 6 Decreto PEN Nº 1321/92); 2- se ampliaron los requisitos exigidos a las empresas proponentes (Art. 8 Decreto PEN Nº 1321/92); 3- se ampliaron las garantías exigidas (Art. 14 Decreto PEN Nº 1321/92); 4- se eliminaron requisitos para los adjudicatarios. Mientras el Art. 32 del Decreto PEN Nº 2061/91 exigía al adjudicatario seleccionar profesionales argentinos para su integración en los procesos de desarrollo, instalación y seguimiento, para su capacitación en la operación satelital, ello no tiene lugar en el Decreto PEN Nº 1321/92; 5- se especificó que los comandos de operación del satélite sólo pueden ser enviados desde la Argentina (Art. 31 Decreto PEN Nº 1321/92); 6- se modificó el área de cobertura sobre el territorio argentino. Mientras el art. 33 del Decreto PEN Nº 2061/91 establecía que el satélite debía brindar servicios sobre el territorio argentino continental, insular y antártico, los dos últimos espacios fueron relegados (Art. 32 Decreto PEN Nº 1321/92) y 7- se modificó la unidad de medición de las sanciones, así como los valores asignados. Mientras el art. 49 del Decreto PEN Nº

2061/91 establecía que las multas serían consideradas en pulsos telefónicos, el Decreto PEN Nº 1321/92 las establecía en dólares norteamericanos (Art. 49).

3.2. Nahuelsat S.A.

Tras el proceso de redacción del Pliego de Licitación, el poder ejecutivo nacional, responsable de otorgar y caducar la licencia a los operadores satelitales (Decreto PEN Nº 1.185/90), convocó a Licitación Pública Nacional e Internacional para ejecutar el proyecto de ocupación de la posición orbital 72ºO.

A la licitación se presentaron tres entidades extranjeras: Sistemas Satelitales S.A., INTELSAT y la Unión Transitoria de Empresas (UTE) (Res. SC Nº 2.593/98), un *joint venture* integrado por las firmas estatales *Aerospatiale Societe Nationale Industrielle* de Francia, *Alcatel Espace Societe Anonyme* de Francia, *Alenia Spazio Societa per Azioni* de Italia, *Deutsche Aerospace Aktiengesellschaft* de Alemania y *Embratel* de Brasil con el objetivo de formar unos de los grupos más fuertes en la provisión de sistemas satelitales y para ingresar en el negocio de la operación de satélites de telecomunicaciones (Cámara Argentina de Desarrollos y Aplicaciones Satelitales, 1993). Debido a las características técnicas y el costo de los artefactos ofrecidos, en primer lugar, resultaron precalificados el proyecto de la UTE y, en segundo lugar, el de Sistemas Satelitales S.A. Finalmente, mediante el Decreto PEN Nº 153/93, la UTE resultó adjudicada en la licitación.

Durante el proceso de adjudicación de la UTE, las empresas telefónicas en Argentina dieron cuenta de su oposición a la implementación del sistema satelital argentino (Schober, 1993). Las presiones de estas compañías, en especial de algunos de sus accionistas franceses, llevaron a que *Alcatel*, empresa proveedora mundial de compañías telefónicas, se retirase de la UTE y del emprendimiento satelital en Argentina. El retiro de *Alcatel* de la UTE, la gestión de funcionarios con ideas nacionalistas y razones presupuestarias motivaron la desvinculación de *Embratel* del *joint venture* (Schober, 1993). Las desvinculaciones de *Alcatel* y *Embratel* generaron consecuencias en la UTE que implicaron cierta pérdida de confianza ante terceros, en un momento de búsqueda de nuevos accionistas y la pérdida de un operador satelital con experiencia, radicado en Sudamérica.

Para el cumplimiento de las exigencias impuestas en el Pliego de licitación, los directivos de las firmas que constituían la UTE crearon una empresa en suelo argentino, encargada del uso y explotación de la posición 72ºO y así brindar servicios de comunicaciones por satélites -radio, TV, TV directa al hogar, entre otros. En diciembre de 1993, *Aerospatiale*

Societe Nationale Industrielle, Alenia Spazio Societa per Azioni y Deutsche Aerospace Aktiengesellschaft conformaron la empresa Nahuelsat S.A. con sede en la Ciudad de Buenos Aires (Estatuto de Nahuelsat S.A., 1993) y se les transfirieron los derechos adquiridos en la licitación (Res. SC N° 1.202/93). Si bien las empresas accionistas de Nahuelsat S.A. eran firmas de capital estatal en Europa, Nahuelsat S.A. en Argentina se constituyó como una sociedad anónima con mayoría de accionistas extranjeros (Estatuto de Nahuelsat S.A., 1993).

Según el estatuto de Nahuelsat S.A. se establecieron dos tipos de acciones: 1- acciones ordinarias, las cuales permitían el derecho a voto y 2- acciones de participación, las cuales otorgaban los mismos derechos que las ordinarias, a excepción de la toma de decisiones (Estatuto de Nahuelsat S.A., 1993). Inicialmente las firmas accionistas con plenos derechos eran *Deutsche Aerospace*, con el 60% de las acciones, *Aerospatiale* con el 20% y *Alenia Spazio* con el 20% restante. Esta distribución de la masa accionaria en favor de la empresa alemana respondía a que a partir de la Resolución CNT N° 191/93, *Deutsche Aerospace* compró las participaciones de *Alcatel* y *Embratel*, de forma tal que adquirió todos los derechos y obligaciones de éstas en el contrato de adjudicación.

En 1997 se incorporaron empresas y grupos económicos nacionales y extranjeros a Nahuelsat S.A., ya que el estatuto preveía el aumento de capital mediante la venta de “acciones de participación”. En dicho año la masa accionaria de la empresa quedó distribuida entre: *Daimler-Benz Aerospace* (ex *Deutsche Aerospace*) 11%, *Aerospatiale* 10%, *Alenia Spazio* 10%, *Richefore Satellite Holding Ltd.* 17%, *Lampebank International* 11%, *International Finance Corporation* 5%, *Group of Banco Provincia* 11%, *Group Bemberg* 12%, *Antel* 7% y *Publicom S.A.* 6% (Oyarzábal, 1997).

Una característica de la política económica argentina durante la década de 1990 fue la transferencia de recursos del Estado a fracciones del capital privado concentrado, ya sea extranjero puro o asociado con grupos económicos locales (Basualdo, 2013). Según Basualdo (2013), el Estado nacional obtuvo ingresos por las privatizaciones que en términos absolutos podrían considerarse aceptables, sin embargo, fueron irrisorios comparados con la valuación de los activos estatales transferidos al sector privado. La ocupación de las posiciones orbitales y bandas de frecuencia por Nahuelsat S.A. no reportó beneficio económico alguno para el Estado nacional. Por un lado, el contrato de concesión del recurso órbita/espectro contemplaba únicamente el pago de una tasa de

control³⁵. Por otro lado, el gobierno nacional aprobó el Decreto PEN N° 2.501/93 que eximía de impuestos a la firma Nahuelsat S.A., respecto de los ingresos generados (Art. 1), sobre todos los activos vinculados a la actividad de provisión de servicios satelitales (Art. 2), de las utilidades obtenidas (Art. 3) y sobre los derechos de importación (Art. 4). En suma, la empresa Nahuelsat S.A. y sus accionistas accedieron a la explotación del recurso órbita/espectro asignado a la Argentina sin ningún tipo de erogación a nivel fiscal.³⁶

3.2.1. La importación de tecnología como estilo socio-técnico de Nahuelsat S.A.

Tanto el gobierno nacional como la gerencia de Nahuelsat S.A., siguiendo los principios liberales de la competencia, adquirieron el sistema satelital argentino en el mercado internacional. En 1993, la Comisión Nacional de Comunicaciones aprobó la ocupación de la posición 72°O mediante la adquisición de un Sistema Transitorio alquilado por Nahuelsat S.A. a Telesat S.A., una compañía canadiense (Res. CNT N° 4688/93). El Sistema Transitorio estaba formado por dos satélites, Anik C-1 y Anik C-2. Debido a que Nahuelsat S.A. carecía de las instalaciones en tierra para el control de los satélites en órbita (Schober, 1993), estos satélites fueron operados por Paracom Satélites (PARACOMSAT S.A.), un consorcio formado por siete empresas argentinas: LA NACIÓN, LOMA NEGRA, BANCO UNB, BANCO EXTRADER, ORMAS S.A., TEVYCOM FAPECO S.A. y DARCEMAR S.A.; y una empresa canadiense dedicada a la operación de satelital: TELESAT CANADÁ.

En 1993 Nahuelsat S.A. contrató los satélites Anik debido a que eran compatibles con el sistema definitivo -denominado Nahuel- porque: 1- ambos sistemas tenían 54 Mhz de

³⁵ El vacío legal en Argentina respecto a derechos espaciales y satelitales conllevó una disputa entre la firma privada y la provincia de Buenos Aires, dado que mientras la provincia reclamaba el pago de una tasa impositiva por las instalaciones en Benavidez, la empresa objetaba que sus activos y objeto de explotación estaban a 35.786,55 km de la Tierra, y por ende no estaban sujetos a tasas impositivas (Cámara de Senadores de la Nación, 2005)

³⁶ En trabajos anteriores (Picabea y Thomas 2015; Picabea, 2017), se destacó la importancia de evaluar a las empresas públicas a partir de la generación de capacidades científico-tecnológicas, los vínculos institucionales, el desarrollo de infraestructura y los encadenamientos tecno-productivos que crea, más que los resultados en términos de beneficios o rentabilidad, criterios propios de abordajes economicistas liberales. Sin embargo, en este punto lo que se destaca es la falta absoluta de interés del Estado de incrementar la recaudación fiscal a partir de gravar la rentabilidad de empresas extranjeras que explotaban recursos naturales y estratégicos.

ancho de banda³⁷; 2- ambos sistemas tenían una polarización lineal³⁸, lo cual favorecía la continuidad de las antenas colocadas en canales de televisión y otros lugares, luego del reemplazo de los Anik por el satélite Nahuel; 3- los Anik tenían 16 transpondedores, con los cuales se podía cubrir más del 90% de la población y alrededor del 95% de los cables existentes en la Argentina; 4- si bien los Anik tenían una potencia menos uniforme que el Nahuel 1A, las antenas instaladas para brindar servicios con dicha potencia - alrededor de 50 decibeles en el centro- resultaban adecuadas a la potencia del sistema definitivo, incluso siendo mejor aprovechadas; y 5- los satélites Anik estaban en condiciones de ser trasladados y reorientados desde el hemisferio norte al hemisferio sur (Morales Moreno, 1993).

El Anik C-1, ubicado en la posición 111°O fue trasladado a la posición 72°O y se lo invirtió 180° para poder brindar servicio en el hemisferio sur. Dada la eficiencia con la que se realizaron las maniobras de traslado de órbita, el satélite tuvo combustible para mantenerse operativo en la órbita geoestacionaria hasta 1997, momento en que fue reemplazado por el Nahuel 1A (Boado, Aurelio y Nahuys, 2012). El Anik C-2, ubicado en órbita inclinada, fue trasladado lentamente con el objetivo de reducir el gasto de combustible, a la posición 76°O y se giró su antena 7° hacia el sur. Si bien la contratación de un satélite en esta órbita requería adecuaciones en el segmento terrestre, tales como la puesta de un sistema de tracking (seguimiento) en las antenas del operador, el segmento espacial resultó más económico, puesto que el valor de un satélite en órbita inclinada se reduce en un tercio respecto del mismo en órbita geoestacionaria (Morales Moreno, 1993).

El Sistema Transitorio permitió cumplir los compromisos temporales, asumidos frente a la UIT y estimular el mercado argentino mediante la provisión de servicios satelitales en Banda Ku, tanto como firmar contratos a largo plazo que serían ejecutados con el satélite definitivo, adquirido más adelante (Schober, 1996).

En 1995, Eckart Schober, primer gerente general de Nahuelsat S.A., inició gestiones en Europa para la compra del sistema satelital permanente argentino a empresas destacadas en el mercado internacional (A. Rodríguez, comunicación personal, 09 de enero de 2019). Los nuevos accionistas de Nahuelsat S.A. integraron u\$S 100 millones al capital inicial de la compañía (u\$S 20 millones), mientras que los tres socios originales

³⁷ El ancho de banda es la medida de capacidad de comunicación en términos de Hertz (Hz), ya sea por la cantidad del radioespectro utilizado o para la información que se entrega al extremo distante del enlace (Elbert, 2008).

³⁸ La polarización es una propiedad de la onda electromagnética que depende de la orientación de la antena transmisora. Cuando el componente eléctrico de la onda tiene una orientación fija, se denomina polarización lineal (Elbert, 2008).

aportaron U\$S 150 millones en concepto de deuda para la compra del segmento espacial y terrestre, la formación de recursos humanos para la operación satelital y para cubrir los costos de financiamiento del préstamo (Schober, 1996). Esta dinámica representó ventajas para las firmas extranjeras accionistas de Nahuelsat S.A., en dos niveles: 1- los intereses de deuda les permitió recuperar la inversión inicial y 2- la venta del segmento espacial y la estación terrena les permitió generar nuevos flujos de negocios a las casas matrices (A. Rodríguez, comunicación personal, 09 de enero de 2019).

Aerospatiale Societe Nationale Industrielle de Francia fue el contratista principal del proyecto Nahuel 1A y estuvo a cargo de la fabricación de la plataforma satelital, de la provisión de algunos componentes, del soporte de maniobras y del software de vuelo. *Deutsche AeroSpace Aktiengesellschaft* de Alemania fue responsable de la provisión de los componentes del subsistema de propulsión y del sistema de control electrónico, propulsores y un sensor solar para el subsistema de control de actitud. *Alenia Spazio Societa per Azioni* fue la encargada de la construcción de la estación terrena ubicada en Benavidez (Boado, Aurelio y Nahuys, 2012).

Gráfico Nº 5: Cadena de valor del sistema satelital Nahuel



Nahuel 1^a	Plataforma	Aerospatiale	Arianespace	CNES	Nahuelsat S.A./ LSE Space/ DLR/GSOC	Nahuelsat S.A.
	Propulsión	DASA				
	Potencia	Aerospatiale				
	ADCS	DASA/ Galileo/Northrop/Teldix				
	Control térmico	Aerospatiale				
	Comando y telemetría	Aerospatiale				
	Software	Aerospatiale				
Carga útil	Aerospatiale					
Estación terrena	Alenia Spazio				Nahuelsat S.A./ DLR/GSOC LSE Space	

Fuente: elaboración propia en base a Decreto PEN Nº 626/07, Anexo V; Boado, G.; Aurelio, J. y Nahuys, H. (2012) y Breul, S., Kiehling, R. y Niehaus, F. (2012)

En la cadena de valor del sistema satelital Nahuel, la participación de empresas extranjeras no se redujo a las firmas accionistas de Nahuelsat S.A. Durante las fases de diseño, fabricación, integración y ensayos del satélite Nahuel 1A, se registró la participación de Galileo, una firma italiana encargada de la provisión de un sensor infrarrojo; Northrop, una firma estadounidense encargada de la provisión de un sensor RIGA y Teldix, una empresa alemana encargada de proveer los actuadores o ruedas de inercia del satélite.

En la fase de puesta en órbita, el servicio de lanzamiento se realizó a través del lanzador Ariane 44L de la empresa francesa *Arianespace* y el CNES ejecutó las maniobras LEOP (Breul, Kiehling y Niehaus, 2012). El LEOP está constituido por cinco maniobras, realizadas tras la expulsión del satélite del vehículo lanzador. Mediante estas cinco maniobras, el satélite dejado en una órbita elíptica con un perigeo³⁹ de 250 km y un apogeo⁴⁰ de 36.785 km, comienza a circularizar su trayectoria. Estas maniobras permiten que el satélite se posicione en la órbita geoestacionaria.

Si bien el proceso productivo del satélite Nahuel 1A y la estación terrena de Benavidez estuvieron bajo dominio extranjero, la fase de operación del artefacto y la venta de la capacidad satelital estuvieron a cargo de Nahuelsat S.A. La compañía contrató ingenieros y técnicos argentinos para el desarrollo de estas actividades (H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019). Sin embargo, durante la fase inicial de operación del satélite, se registró la participación de personal de *Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt (DLR/GSOC)*, la agencia espacial de Alemania y su centro de control, *LSE Space*, como soporte de las acciones realizadas por los ingenieros locales (Breul, Kiehling y Niehaus, 2012).

En 1997 tras el lanzamiento del Nahuel 1A, los funcionarios de Nahuelsat S.A. consolidaron la importación de tecnología como estilo de innovación de la firma, puesto que planearon la compra de un segundo satélite de similar diseño en U\$S 180 millones (Hurtado de Mendoza y Loizou, 2018). Al año siguiente, la Secretaría de Comunicaciones de Argentina y *Federal Communication Commission* de EE.UU. firmaron un acuerdo de reciprocidad que permitió la pisada⁴¹ de satélites norteamericanos en suelo argentino y la pisada del Nahuel 1A en suelo norteamericano, al mismo tiempo que favoreció la cesión de la posición 81°O a la Argentina (Hurtado de Mendoza y Loizou, 2018). Este punto en la órbita geoestacionaria tiene carácter estratégico debido a que el satélite allí localizado ofrece cobertura continental en América. Si bien la UIT es

³⁹ El perigeo es el punto de una órbita elíptica más cercano a su centro.

⁴⁰ El apogeo es el punto de una órbita elíptica en el que el cuerpo se encuentra más alejado de su centro.

⁴¹ Área de cobertura en Tierra cubierta por los transpondedores de un satélite.

el organismo encargado de regular el recurso órbita/espectro, mediante la atribución y adjudicación de las posiciones y bandas de frecuencia asociadas, son las relaciones de poder y las negociaciones establecidas entre los estados-nación las que constituyen el escenario material de ocupación del recurso órbita/espectro.

El gobierno nacional mediante la Res. SC 2.593/98 cedió los derechos de uso y explotación de la posición 81°O a Nahuelsat S.A. Por un lado, esta cesión incrementó los recursos bajo explotación de la empresa. Por otro lado, alteró la composición accionaria de la firma. *General Electric Capital Global Satellite Inc.*, empresa que explotaba la posición 81°O antes de su cesión a la Argentina adquirió en 1998, el 28,75% de las acciones de Nahuelsat S.A.

Cuadro Nº 4: Composición accionaria de Nahuelsat S.A. (1998)

Accionistas	Participación (%)
GE Capital Global Satellites	29
Publicom S.A.	6
Daimler Chrysler Aerospace AG	17
Aerospace Societe Nationale Industrielle	10
Alenia Spazio	10
International Financial Corporation	5
BISA (Grupo Bemberg)	12
Banco Provincia	11
Total	100

Fuente: elaboración propia en base a datos del Expte. N° 064-004102/00

Dos años más tarde, *GE Capital Global Satellite* incrementó su participación accionaria mediante la compra de acciones al Banco Provincia (11%) y al grupo Bemberg (12%), por lo que dominó el 51,75% de las acciones de Nahuelsat S.A. (Expte. N.º 064-004102/00).

Cuadro Nº 5: Composición accionaria de Nahuelsat S.A. (2000)

Accionistas	Participación (%)
GE Capital Global Satellites	52
Publicom S.A.	6
Daimler Chrysler Aerospace AG	17
Aerospace Societe Nationale Industrielle	10
Alenia Spazio	10
International Financial Corporation	5
Total	100

Fuente: elaboración propia en base a datos del Expte. N° 064-004102/00

Las acciones compradas por *GE Capital Global Satellite*, en su mayor parte, eran de participación, lo cual restringía el poder decisorio de la compañía estadounidense en Nahuelsat S.A., ya que, si bien tenía una influencia sustancial, el control era compartido con los socios fundadores (Comisión Nacional de Defensa de la Competencia, 2000). Sin embargo, el carácter de accionista mayoritario de *GE Capital Global Satellite* le permitió acceder a las capacidades operativas del equipo de ingenieros argentinos y la consiguiente circulación de conocimientos hacia la empresa matriz, así como a las especificaciones para la ejecución de comandos en el Nahuel 1A, en caso de falla de la estación terrena ubicada en Benavídez. *GE Capital* estaba interesado en las capacidades desarrolladas por Nahuelsat S.A., ya que había comprado el Nahuel 1B (denominado GE-6), el satélite “mellizo” construido por los fabricantes europeos en calidad de seguro del Nahuel 1A. Si bien los operadores de la empresa norteamericana tenían experiencia en el manejo de varios satélites -incluso de forma simultánea-, los ingenieros y técnicos argentinos tenían un grado de conocimiento más específico del satélite Nahuel, puesto que toda su atención estaba enfocada en dicho artefacto (A. Rodríguez, comunicación personal, 26 de febrero de 2019).

A partir de la cesión de la posición 81°O, la gerencia de Nahuelsat S.A. negoció con el Secretario de Comunicaciones la compra de un segundo satélite -Nahuel 2-, el cual sería lanzado en octubre del 2003 (CNCGR II N° 119/00; N° 120/00 y N° 223/00). Para ello, la empresa solicitó propuestas a los cinco principales fabricantes de satélites -*Boeing Satellite Systems*, *Lockheed Martin*, *Satellite System Loral*, *Orbital Sciences* de EE.UU., *Thales Alenia Space* de Francia-Alemania y *OHB* de Alemania-, los cuales presentaron informes detallados sobre las especificaciones de cada una de las plataformas satelitales ofertadas (H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019; A. Rodríguez, comunicación personal, 26 de febrero de 2019).

A partir de la evaluación de las ofertas recibidas, Nahuelsat S.A. presentó a la Secretaría de Comunicaciones y a la Comisión Nacional de Comunicaciones, múltiples propuestas técnicas con diversas configuraciones del segundo satélite para la provisión de servicios en banda Ku y banda C. La variación de propuestas desde un satélite similar al Nahuel 1A a uno de mayor tamaño y potencia, generó: 1- el incumplimiento de los plazos estipulados por la UIT; 2- el incumplimiento de algunos requerimientos establecidos en el Pliego de licitación, tales como asegurar la pisada sobre el territorio argentino y 3- el aumento del costo del proyecto, el cual fue estimado en u\$S 300 millones (TelePress Latinoamérica, 2002). Ante la falta de materialización de la compra de un segundo satélite, Nahuelsat S.A. y uno de sus accionistas -*GE Capital Global Satellites*- elevaron en el año 2000, dos nuevas propuestas a la Secretaría de Comunicaciones. En ellas, se

proponía la adquisición por parte de Nahuelsat S.A. del satélite GE-6 en carácter de segundo satélite del sistema satelital argentino por un costo de U\$S 265 millones. (Auditoría General de la Nación, 2003).

La inversión de U\$S 265 millones de *GE Capital Global Satellites* en Nahuelsat S.A. para la compra de un segundo satélite representaba, a nivel de la firma un cambio sustancial en su composición accionaria. A partir de dicha inversión, la empresa norteamericana se aseguraba el control de Nahuelsat S.A. con el dominio del 87% de las acciones y el nombramiento de diez de los doce funcionarios del directorio de la compañía (Comisión Nacional de Defensa de la Competencia, 2000). Si bien esta propuesta fue elevada a la Secretaría de Comunicaciones, la misma fue retirada formalmente en octubre de 2000 ante la presión de las empresas fundadoras por mantener el control de la compañía. El retiro de la propuesta de *GE Capital Global Satellites* permitió mantener el control de Nahuelsat S.A. en sus socios fundadores, una de las exigencias del Pliego de licitación (Art. 6, inc. 7, Decreto PEN N° 1.321/93), la cual fue ratificada por la Comisión Nacional de Defensa de la Competencia mediante Opinión Consultiva N° 63/2000.

En suma, si bien Nahuelsat S.A. pidió cotización e informes a empresas fabricantes de satélites y presentó dos propuestas para la ocupación de la posición 81°O mediante un satélite en uso, la compañía no ocupó la posición orbital cedida por el Estado argentino.

3.2.2. La demanda de mano de obra local como política de Nahuelsat S.A.

Según el estatuto de la firma, Nahuelsat S.A. tenía un directorio con funciones ejecutivas y administrativas. El directorio estaba conformado por doce miembros, seis en representación de las firmas adjudicatarias de la licitación y seis en representación de las entidades con acciones de participación. La dirección ejecutiva de la firma estuvo a cargo de la Gerencia General, ocupada por un representante de la empresa *Daimler Chrysler*, y secundada por Gerencias Operacionales.

En los primeros años de existencia de la empresa, la Gerencia General y las Gerencias Operacionales estaban constituidas por profesionales de origen europeo. En el Directorio titular, en función de las acciones retenidas, *Daimler Chrysler* tuvo participación mayoritaria, respecto al resto de los socios.

La mano de obra que inicialmente conformó el Área de Ingeniería Satelital y el Área de Ingeniería de la Estación Terrena en Benavidez estaba constituido por ingenieros electrónicos locales graduados en universidades públicas nacionales. La gerencia de Nahuelsat S.A. solicitó a las universidades más reconocidas, entre las cuales estaban la

Universidad de Buenos Aires (UBA) y la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) recomendaciones acerca de graduados recientes. Entre las exigencias, los funcionarios priorizaban el conocimiento técnico y un avanzado nivel de inglés, puesto que la formación específica para el control y operación de los satélites de telecomunicaciones era en el exterior. En los años 1990, la formación de recursos humanos en el sector satelital se hacía en el exterior, debido a que en Argentina no existían carreras afines (A. Rodríguez, comunicación personal, 09 de enero de 2019).

Cuadro Nº 6: Personal de Nahuelsat S.A. (1998)

Área	Cantidad de integrantes
Administrativa	2
Gerencia	1
Área Ing. Satelital	7
Área Ing. Estación Terrena	3
Operaciones satélites (Ing.)	1
Operaciones satélites (Técnicos)	10
Técnicos Estación Terrena	4
TOTAL	28

Fuente: elaboración propia en base a datos provisto por A. Rodríguez, comunicación por mail, 16 de abril de 2019

Los ingenieros electrónicos argentinos seleccionados recibieron una capacitación formal a tiempo completo, durante un año y medio en las instalaciones de las empresas proveedoras del Nahuel 1A. En 1995, los ingenieros contratados para el Área de Ingeniería Satelital viajaron a Cannes, Francia, mientras que los ingenieros contratados para el Área de Ingeniería de la Estación Terrena viajaron a Roma, Italia (H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019).

La formación de los ingenieros en Francia fue mucho más formal porque Aerospatiale realizaba los mismos procesos con otros países. Ya tenían las carpetas hechas, le cambiaban el nombre del satélite... Los entrenadores eran entrenadores, no era gente que desempeñaba tareas manuales... **En general eran formadores.**

En Italia no había un equipo de formación. Quienes nos entrenaban eran las mismas personas que después trabajaban sobre la construcción de la Estación... Empezaron explicándonos conceptualmente el diseño de la estación terrena. Cuando se dieron cuenta que no sabíamos nada de satélites

empezaron de cero... Con las demoras del proyecto, la gente que nos formaba no podía estar dedicada al entrenamiento, **entonces los cursos fueron más laxos**. Nos daban la documentación y nosotros la estudiábamos... Después nos tomaban (A. Rodríguez, comunicación personal, 09 de enero de 2019, el resultado es propio).

Si bien todas las empresas involucradas ofrecían cursos teóricos para capacitar a la mano de obra ingenieril en cuestiones conceptuales, la dinámica organizacional de tales empresas generó distintos procesos de aprendizaje. Mientras *Aerospatiale* tenía un área interna en la empresa, con personal dedicado a la formación de recursos humanos calificados en la operación de las plataformas satelitales desarrolladas, *Alenia Spazio* no contaba con un plantel de profesionales dedicados exclusivamente a la formación de mano de obra, lo cual derivó en procesos de aprendizaje más autónomos y flexibles. Estos aprendizajes formales, de carácter teórico permitieron a los ingenieros conocer y comprender conceptualmente los distintos subsistemas y componentes que conforman un sistema satelital, su funcionalidad, etcétera (H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019). En paralelo a la capacitación de los ingenieros en cuestiones espaciales, Nahuelsat S.A. adquirió una gran cantidad de manuales y documentación técnica específica sobre el manejo de la estación terrena, los subsistemas del satélite, el plan de vuelo, el simulador de satélite, los ensayos, los procedimientos de maniobras, etcétera (Decreto PEN Nº 626/07). Estas publicaciones producidas por agencias espaciales extranjeras -*CNES* y *DLR*- y empresas del sector, entre las cuales estaban las empresas proveedoras del Nahuel 1A constituyeron un repositorio de conocimiento externo en las instalaciones de Nahuelsat S.A. (Davenport y De Long, 1997).

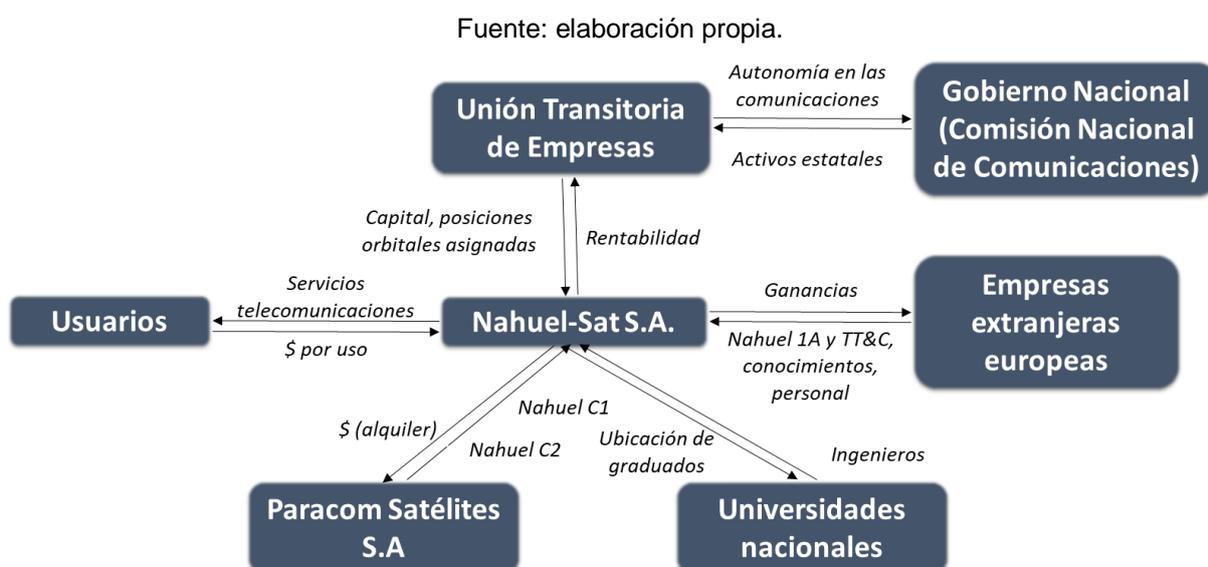
Con la misma lógica de contratación de mano de obra local, la gerencia de Nahuelsat S.A. solicitó recomendaciones de egresados recientes a escuelas técnicas con orientación en electrónica, entre las cuales se destacaba la ET Nº1 Otto Krause. Dado que el gerente de la estación terrena pertenecía a la comunidad salesiana pidió también recomendaciones a la Casa Salesiana Pío IX, también escuela de perfil técnico. Tras una entrevista y una serie de pruebas psicotécnicas, técnicas y de inglés, los funcionarios contrataron diez técnicos como controladores de satélite y cuatro técnicos como controladores de estación (J. Aurelio, 23 de junio de 2019). Debido a la carencia de conocimientos satelitales o en telecomunicaciones de los técnicos contratados, la solución adoptada por Nahuelsat S.A. fue dictar los propios cursos de capacitación. Estos cursos teóricos tenían una duración de seis meses, en los cuales personal de *Aerospatiale* capacitaba a los controladores de satélite y *Alenia Spazio* a los controladores de estación (A. Rodríguez, 29 de agosto de 2019). Con esta iniciativa,

Nahuelsat S.A. reclutaba mano de obra, la calificaba de acuerdo a sus necesidades y sorteaba las dificultades en torno a la ausencia de personal calificado en materia satelital.

3.2.3. Grupos sociales relevantes y alianza socio-técnica para la operación local de satélites geoestacionarios

El Sistema Satelital Nahuel fue el resultado de un proceso de co-construcción entre elementos heterogéneos, entre los cuales había múltiples grupos sociales con significaciones y objetivos propios: 1- la Comisión Nacional de Comunicaciones como entidad gubernamental; 2- la UTE; 3- Nahuelsat S.A.; 4- empresas fabricantes de origen extranjero; 5- Paracom Sat S.A.; 6- egresados recientes de universidades locales y 7- los usuarios de los servicios de telecomunicaciones. Si bien cada uno de estos grupos sociales relevantes tenía autonomía relativa respecto a la significación del artefacto “Sistema Satelital Nahuel”, los funcionarios de la firma Nahuelsat S.A. coordinaron y alinearon al resto de los grupos y crearon que favorecía alianza para la construcción de funcionamiento a la operación de satélites geoestacionarios desde la Argentina.

Gráfico Nº 6: alianza socio-técnica para la operación local de satélites geoestacionarios en Argentina



Los funcionarios de Nahuelsat S.A. tuvieron un rol central en la alianza socio-técnica, puesto que, por un lado, eran quienes materializaron los requisitos impuestos por el

gobierno nacional en el pliego de licitación. Por otra parte, eran quienes: 1- recibían las recomendaciones y ejecutaban los planes de negocios de las firmas accionistas de Nahuelsat S.A.; 2- planificaban la puesta en servicio de un sistema satelital provisorio mediante el arrendamiento de dos artefactos a Telesat S.A.; 3- ejecutaban un convenio con Paracom Satélites S.A. para garantizar la operación del sistema satelital provisorio; 4- seleccionaban a los ingenieros y técnicos locales graduados de universidades argentinas; 5- planificaban la compra del sistema satelital permanente mediante vínculos con las principales empresas constructoras del mercado internacional; y 6- aprobaban o rechazaban los planes de negocio en cuanto a la venta de capacidad satelital en el mercado argentino y latinoamericano.

La adscripción del sector privado, con trayectoria en el mercado aeroespacial reforzó la alianza e incrementó la confianza del resto de los grupos involucrados en el proyecto. Entre Nahuelsat S.A. y el sector privado internacional, en el cual estaban las empresas accionistas del operador de bandera argentina circularon artefactos, subsistemas y componentes que permitieron materializar el proyecto Nahuel, mediante la importación del satélite Nahuel 1A y la estación terrena de telemetría y control. El liderazgo internacional de las empresas involucradas construyó sentido al Nahuel 1A, como un satélite seguro y confiable. Por otro lado, se registró la circulación de conocimientos, capacidades y profesionales, mediante cursos de formación teórica, bibliografía especializada y actividades de soporte para la operación de los artefactos adquiridos.

Para operar las tecnologías adquiridas, Nahuelsat S.A. coordinó y alineó a diversas entidades educativas de Argentina, mediante la ubicación de graduados como forma de absorción de mano de obra calificada. Los funcionarios de Nahuelsat S.A. contrataron a ingenieros, graduados de universidades nacionales con el fin de mantener operativo el Sistema Satelital Nahuel. Si bien este grupo contaba con un sólido nivel cognoscitivo en ingeniería electrónica, carecía de conocimientos específicos en el sector satelital. La circulación de conocimientos y profesionales entre Nahuelsat S.A. y las firmas accionistas permitieron a los ingenieros argentinos alcanzar el umbral de capacidades necesarias para operar satélites de telecomunicaciones en Argentina, un escenario donde esta actividad no tenía antecedentes.

Aunque en menor medida, Nahuelsat S.A. alineó al sector privado local en el proyecto. La incorporación de Paracom Sat S.A., garantizó en el corto plazo, el uso de los activos cedidos por el Estado nacional, la operación de los artefactos arrendados a Telesat S.A. -Nahuel C1 y C2- y la incorporación de los usuarios a la alianza. Entre estos y Nahuelsat S.A. circuló dinero como pago de la contraprestación de servicios satelitales. La

coordinación de elementos heterogéneos en torno a Nahuelsat S.A. favoreció la circulación de autonomía nacional en el sector de comunicaciones entre las empresas adjudicatarias de la licitación y el gobierno nacional, mediante la Comisión Nacional de Comunicaciones.

Por último, el sector público tuvo una muy baja representación en la alianza, debido a la ausencia de proveedores públicos y el escaso margen de participación y control ejercido por los entes gubernamentales sobre el proyecto “Sistema Satelital Nahuel”. La Comisión Nacional de Comunicaciones se configuró como un actor pasivo respecto a las obligaciones de control y seguimiento de Nahuelsat S.A., lo cual flexibilizó el cumplimiento de los requisitos establecidos en el pliego de licitación.

3.3. Sistema Satelital Nahuel

El Sistema Satelital Nahuel estaba conformado por dos segmentos: el espacial y el terrestre. El segmento espacial, formado por el satélite Nahuel 1A, y el segmento terrestre por la estación de telecomando, control y telemetría (TT&C) ubicada en Benavidez, partido de Tigre, provincia de Buenos Aires.

3.3.1. El segmento espacial

Un satélite artificial tiene una estructura conformada por la plataforma y la carga útil. La plataforma es un modelo configurado por el conjunto de subsistemas – estructura, control térmico, energía eléctrica, propulsión, posición y orientación, telemetría y comando- que establecen las especificaciones técnicas básicas definidas por el fabricante. Por su parte, la carga útil comprende los subsistemas necesarios para llevar adelante la misión. En el caso de los satélites geoestacionarios está compuesta por el subsistema de antenas y el de comunicaciones (Neri Vela, 1991).

El satélite Nahuel 1A tenía una plataforma de vuelo estabilizada en el mercado de fabricación satelital. El modelo *Spacebus 2000* era un diseño exitoso de *Aerospatiale* con ocho artefactos construidos previamente a la misión de Nahuelsat S.A., de los cuales seis estaban en órbita.

Cuadro Nº 7: Plataforma Spacebus 2000

Satélite	Operador	Fecha de lanzamiento	Masa (Kg.)	Lanzador
Eutelsat-2 F1	ESA Eutelsat	30 de agosto de 1990	1800	Ariane 44LP H10
Eutelsat-2 F2	ESA Eutelsat	15 de enero de 1991	1800	Ariane 44L H10
Eutelsat-2 F3	ESA Eutelsat	07 de diciembre de 1991	1800	Atlas 2
Eutelsat-2 F4	ESA Eutelsat	09 de julio de 1992	1800	Ariane 44L H10+
Eutelsat-2 F5*	ESA Eutelsat	24 de enero de 1994	1800	Ariane 44L H10+
Turksat 1A*	Turksat	24 de enero de 1994	1783	Ariane 44L H10+
Turksat 1B	Turksat	10 de agosto de 1994	1783	Ariane 44L H10+
Turksat 1C	Turksat	10 de julio de 1996	1783	Ariane 44L H10-3
Nahuel 1A	Nahuelsat S.A.	30 de enero de 1997	1790	Ariane 44L H10-3
GE 5, AMC 5**	GE Americom	28 de octubre de 1998	1721	Ariane 44L H10-3

*lanzamiento fallido

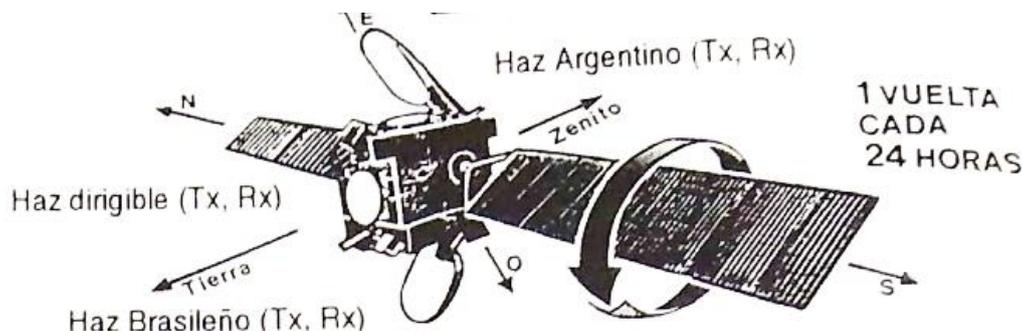
**satélite mellizo del Nahuel 1A, denominado originalmente Nahuel 1B.

Fuente: elaboración propia en base a datos de Sky Rocket (s/f)

La plataforma *Spacebus 2000* tenía una masa aproximada de 1800 Kg., una vida útil de 12,3 años y 18 transpondedores de carga útil, entre otras especificaciones técnicas. Esta plataforma presentaba un diseño flexible que se adaptaba a diversos vehículos lanzadores (Schubert, 1993).

La decisión de los accionistas de Nahuelsat S.A. en cuanto a la elección de la plataforma satelital fue socio-técnica. Ellos consideraron que la plataforma satelital *Spacebus 2000* era adecuada al Sistema Satelital Nahuel en función de la estabilización del diseño debido a que se trataba de una tecnología con herencia de vuelo; las perspectivas de negocios en el mercado argentino y latinoamericano y sus características técnicas, las cuales garantizaban un satélite de alta potencia para operar en banda Ku durante 12 años (Schubert, 1993).

Imagen Nº 5: Configuración del Nahuel 1A

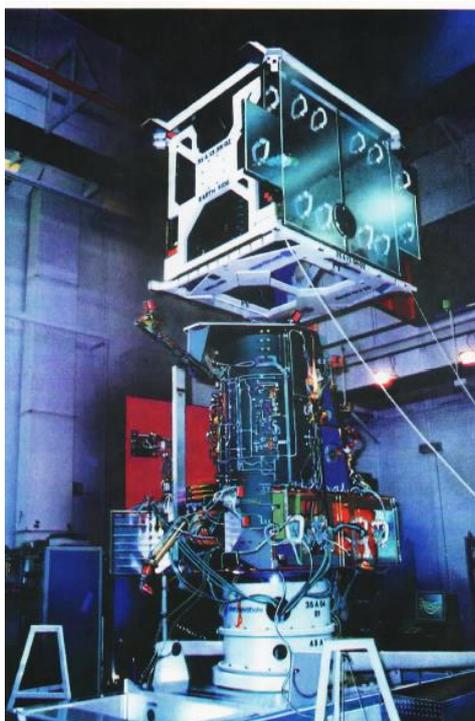


Fuente: Schubert, J. (1993)

La plataforma *Spacebus 2000* consistía en un cuerpo central con dos paneles solares orientados al Sol, los cuales giraban alrededor del cuerpo central con una velocidad de una vuelta cada 24 Hs. Este diseño permitía generar potencia eléctrica para abastecer a la carga útil, a partir de que todas las células fotovoltaicas en los paneles solares recibían la máxima irradiación solar (A. Rodríguez, comunicación personal, 18 de octubre de 2019).

El Nahuel 1A tenía una estructura, que al mismo tiempo que conectaba el satélite al lanzador, distribuía las cargas generadas en el momento del lanzamiento, entre los tanques internos del tubo y los módulos de servicio y de comunicaciones. Los ingenieros de *Aerospatiale* fabricaron los paneles internos de la estructura con honeycomb de *Carbon Fiber Reinforced Plastic* (CFRP) y los paneles disipativos con honeycomb de CFRP-Aluminio para garantizar una buena estabilidad dimensional y reducir el peso del satélite. La estructura representaba sólo el 7,4% del peso seco del satélite, 900 kg (Decreto PEN Nº 626/07). El amplio uso del CFRP se debió a que este material compuesto tiene un coeficiente de resistencia y rigidez muy elevado y un coeficiente de dilatación térmica prácticamente nulo, lo cual permite emplearlo en estructuras que son sometidas a altas temperaturas (Sánchez Horneros Pérez, 2015).

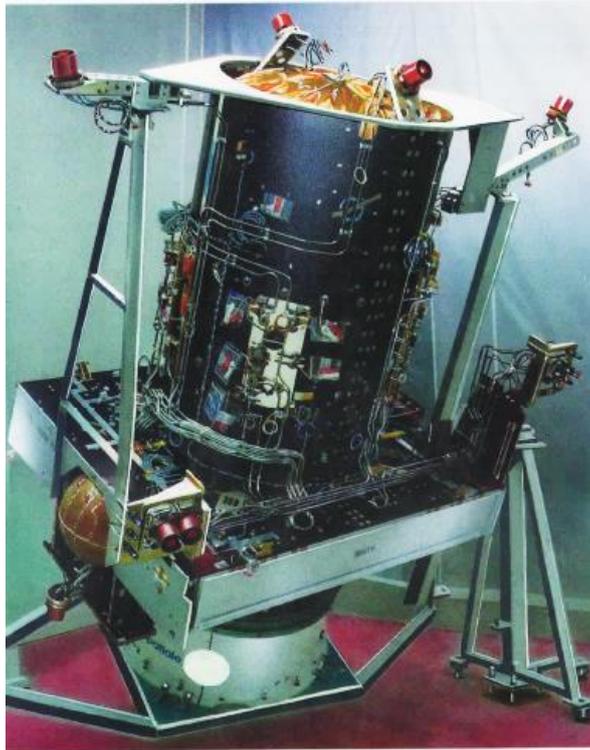
Imagen Nº 6: Estructura y tubo central de la plataforma *Spacebus 2000*



Fuente: Schubert, J. (1993)

La estructura estaba armada alrededor del tubo central, en cuyo interior estaban ubicados dos tanques de titanio de 953,1 Kg. de masa, uno para la contención del combustible –monometilhidracina- y otro para el oxidante –tetróxido de nitrógeno (Decreto PEN N° 626/07). La utilización de un sistema bi-propelente permitía mayor impulso y mayor eficiencia, lo que se traducía en un aumento del tiempo de vida útil del artefacto (A. Rodríguez, comunicación personal, 18 de octubre de 2019).

Imagen N° 7: Tubo central de la plataforma Spacebus 2000



Fuente: Schubert, J. (1993)

Los tanques estaban recubiertos por una lámina metalizada que protegían la electrónica y los propelentes de las temperaturas extremas (Schubert, 1993).

El subsistema de propulsión, también estaba compuesto por otros dos tanques de titanio, envueltos en fibra de carbono, los cuales contenían helio, el cual se utilizaba

para desplazar al combustible y al oxidante de los tanques a los motores⁴² (J. Aurelio, comunicación personal, 23 de junio de 2019).

Cuadro Nº 8: Sistemas, subsistemas y componentes del Nahuel 1A

Sistema	Subsistema	Componentes	Fabricante	País
Plataforma (Módulo de servicios)	Estructura Spacebus 2000 NG	Tubo central	Aerospatiale	Francia
		Paneles internos		
		Paneles disipativos		
	Propulsión	Tanque para combustible y oxidante	DASA	Alemania
		Tanques de helio (2)		
		6 propulsores (2)		
		Motor de apogeo		
		Transductores y válvulas		
	Potencia	Paneles solares (2)	Aerospatiale	Francia
		Bus eléctrico (2)		
		Regulador para cada bus		
	Control de orientación (ADCS)	Batería de 27 celdas	DASA	Alemania
		Sistema de control electrónico (ADCE)		
		Sistema de propulsión (2)	DASA	Alemania
		Sensor solar fino	DASA	Alemania
		Sensor infrarrojo de Tierra (IRES)	Galileo	Italia
		Sensor RIGA	Northrop	EE.UU.
		Actuadores: rueda de inercia	Teldix	Alemania
	Control térmico	Calefactores eléctricos	Aerospatiale	Francia
		Pinturas		
Comando y telemetría	Transmisores de telemetría (2)	Aerospatiale	Francia	
	Receptores (3)			
	Transmisores de baliza (2)			
Carga útil	Repetidora	Transpondedores	Aerospatiale	Francia
		Antenas		
		Receptores		
		Multiplexores		

Fuente: elaboración propia en base a Boado, G.; Aurelio, J. y Nahuys, H. (2012) y Decreto PEN Nº 626/07, Anexo v.

⁴² Debido a la ausencia de la fuerza de gravedad en el espacio ultraterrestre, los ingenieros desarrollaron un sistema de orientación del combustible líquido mediante helio, para garantizar la alimentación de los motores.

El Nahuel 1A tenía un motor de apogeo de 400N de empuje -aproximadamente 40 kg fuerza-, encargado de propulsar el satélite desde la órbita de transferencia⁴³ hasta la órbita geoestacionaria y dos conjuntos redundantes de propulsores con una fuerza de 10N -aproximadamente 1 kg fuerza-, utilizados en las maniobras de ubicación y mantenimiento de posición del satélite durante su vida útil. Si bien los satélites de comunicaciones se encuentran en una posición estacionaria, éstos se ven sometidos a múltiples desviaciones producidos por el campo gravitatorio terrestre, la atracción del Sol y la Luna y las presiones generadas por la radiación solar (Elbert, 2008). Debido a ello deben ser reposicionados con frecuencia.

Además de los propulsores, el subsistema de control de altitud u orientación comprendía una computadora de control, sensores infrarrojos que miraban a la Tierra, sensores solares y actuadores para definir los movimientos angulares. Estos instrumentos permitían mantener el satélite en la ventana de posicionamiento, un espacio de tolerancia en el cual, el satélite funcionaba sin interferencias o degradaciones en las señales ascendentes o descendentes.

Para el funcionamiento de la carga útil, el Nahuel 1A tenía dos conjuntos de cuatro paneles solares compuestos por celdas de silicio policristalino, las cuales tienen una eficiencia que varía entre el 12% y el 21%. Cada uno de los conjuntos transformaba la energía solar en energía eléctrica para alimentar los dos buses que mantenían operativa la carga útil del satélite. Los paneles también alimentaban de manera independiente entre sí, una batería de 27 celdas, la cual era utilizada para mantener en funcionamiento la carga útil, en aquellos períodos que el Sol no iluminaba el satélite (Decreto PEN N° 626/07).

Debido a que los satélites de telecomunicaciones se encuentran en la órbita geoestacionaria, y la misma está fuera de la protección de la atmósfera terrestre, los subsistemas y componentes del satélite se encuentran sometidos a temperaturas extremas en el período de rotación terrestre. Por ello, los ingenieros europeos diseñaron un subsistema de control térmico en base a pinturas y el uso de calefactores eléctricos distribuidos en zonas potencialmente frías.

⁴³ El lanzador deja el satélite en una órbita baja de forma circular. Los ingenieros encargados de las maniobras LEOP encienden un motor que permite acelerar el satélite para llevarlo a una órbita elíptica, conocida como órbita de transferencia.

La carga útil del Nahuel 1A estaba conformada por los receptores de telemetría y telecomandos, transmisores de telemetría, 24 transpondedores y las antenas de comunicación que permitían el establecimiento de enlaces con el segmento terrestre.

Las obligaciones asumidas tras la firma del contrato de adjudicación y los planes de negocios de las firmas accionistas de Nahuelsat S.A. estuvieron presentes en el diseño de la plataforma satelital. Si bien por disposiciones del Pliego de licitación, el Nahuel 1A representaba el primer satélite del Sistema Satelital Nacional, ante las estimaciones negativas del mercado argentino de telecomunicaciones (Croissant, 1993), los accionistas de la empresa y algunos funcionarios argentinos resignificaron el satélite a poner en órbita, el Nahuel 1A, como un satélite regional (Sánchez Elía, 1993; Perrotta, 1993). En el diseño de la plataforma del satélite se puede observar la combinación de las obligaciones contraídas y la rentabilidad esperada por los empresarios. La imagen N° 5 muestra que el diseño del satélite Nahuel 1A contemplaba tres haces que iluminaban el territorio continental de Argentina (Región N°1), Brasil (Región N°2) y el haz dirigible que cubría todo el continente (Región N°3). Para ello la carga útil tenía 24 transpondedores, de los cuales 18 permanecían activos en simultáneo, debido a la limitación de las frecuencias y potencias. De dichos transpondedores activos, estaba planificado que 10 brindarían servicios en Argentina, 6 en Brasil y el resto en Latinoamérica. La existencia de tres haces en el diseño de la plataforma respondía a los intereses de los empresarios que buscaban maximizar ganancias con la venta de servicios en un mercado más grande que el de Argentina. Sin embargo, que los 18 transpondedores pudieran ser reorientados hacia la Argentina (Schubert, 1993), da cuenta en el diseño de las obligaciones asumidas por la empresa con el Estado nacional.

3.3.2. El segmento terrestre

El segmento terrestre del Sistema Satelital Nahuel, estaba ubicado en un predio de 20.928,3 m² en Benavidez, provincia de Buenos Aires (Decreto PEN N° 626/07). El emplazamiento de una estación terrena conlleva análisis socio-geográficos y técnicos para determinar la Zona de Coordinación, una zona que se establece con el fin de evaluar las posibles interferencias electromagnéticas y la compatibilidad técnica con otras entidades de comunicaciones (Res. 117-E SGM/18). Dichas zonas suelen caracterizarse por la escasa o nula densidad poblacional, lejanía de aeropuertos y otras entidades dedicadas a brindar servicios de telecomunicaciones.

En 1995, los funcionarios de Nahuelsat S.A. contrataron a la empresa Sistemas Electrónicos de Seguridad -hoy Sistemas Electrónicos S.A. (SES)- para efectuar el

relevamiento sobre los espacios potenciales a emplazar el segmento terrestre (SES, 2020). En un primer momento, esta empresa realizó varios estudios de compatibilidad sobre diversos sitios, entre los cuales estaban incluidos terrenos ubicados en la localidad de Benavídez, bajo su propiedad (A. Rodríguez, comunicación telefónica, 01 de septiembre de 2020). Ante la presentación de los análisis construidos por el personal de Sistemas Electrónicos de Seguridad, los funcionarios de Nahuelsat S.A. decidieron comprar los terrenos en Benavídez y contratar a dicha empresa para ejecutar el proyecto, dirección de obra e instalación de la estación terrena para el control del Sistema Nahuel (SES, 2020).

Si bien el emplazamiento de la estación terrena en Benavídez no presentaba problemas de compatibilidad, en términos socio-técnicos dicha decisión presentaba cierto grado de inadecuación, puesto que en la zona: 1- había proximidad de una ruta aérea; 2- había proximidad de una ruta terrestre; 3- no había conexión de teléfono; y 4- era catalogada por el municipio como una zona residencial (A. Rodríguez, comunicación telefónica, 01 de septiembre de 2020). En función de lo anterior, puede concluirse que en el proceso decisorio en torno a la elección del emplazamiento del segmento terrestre fue clave la construcción realizada por Sistema Electrónico de Seguridad sobre la disponibilidad de sus propiedades, así como su contratación para la ejecución de obra y mantenimiento edilicio del proyecto.

Imagen Nº 8: La estación terrena de Benavídez



Fuente: FTAMaloco (2013)

El segmento terrestre estaba conformado por la estación terrena de Telemetría, Comando y *Ranging* (TT&C) y el Centro de Control Satelital (SCC). Este segmento tenía

diversas funciones como monitorear y controlar el satélite durante la fase operativa mediante la recepción y procesamiento de los datos de telemetría, la generación y ejecución de comandos, y la generación, transmisión y recepción de señales que permitían medir la distancia angular al satélite en función de los puntos de elevación y azimut⁴⁴; brindar soporte durante la fase LEOP mediante la transmisión de telecomandos, la recepción de telemetría, mediciones angulares, y monitoreo y control de los equipos operativos en la estación terrena; y brindar soporte durante la fase de prueba de los equipos en órbita.

La estación terrena TT&C estaba conformada por diversos subsistemas que permitían establecer comunicaciones con el satélite en órbita: 1- Antenas estaba encargado de la recepción de la telemetría del Nahuel 1A y la transmisión de comandos al mismo; 2- Radiofrecuencia amplificaba la señal recibida desde Antenas y la convertía a las frecuencias requeridas para uso al interior de la estación y para transmisión; 3- Banda Base se ocupaba de la generación de los telecomandos de frecuencia requeridos por el Centro de Control, de la modulación o demodulación⁴⁵ de las señales de telemetría recibida y junto a *Ranging* (equipo que permite medir la distancia existente al satélite mediante la contabilización temporal que tarda el envío y recepción de una señal en Tierra al artefacto) de establecer la posición exacta del satélite en el espacio para planificar las maniobras de mantenimiento que permitían contrarrestar las fuerzas que perturbaban la posición estacionaria del artefacto; 4- Monitoreo y Control de los equipos en Órbita; 5- Monitoreo y Control de los equipos en Tierra; 6- Comunicación, encargado de monitorear el tráfico de la señal a los clientes/usuarios; y 7- Simulador, software que permitía generar telemetría y recibir comandos, emulando el funcionamiento del satélite en órbita (Decreto PEN N° 626/07).

En el Centro de Control Satelital, los ingenieros durante la fase operativa se ocupaban del procesamiento, distribución y análisis de la telemetría recibida, la emisión de comandos y el envío de datos, la adquisición de los datos brutos provenientes de Banda Base, el registro de los datos entrantes y salientes y la presentación de datos en tiempo real para el monitoreo del satélite (A. Rodríguez, comunicación personal, 18 de octubre de 2019).

⁴⁴ El azimut y la elevación son coordenadas de ubicación de un objeto en el espacio ultraterrestre. El azimut es la longitud de arco que se mide sobre el horizonte celeste a partir de la proyección vertical del satélite sobre el punto de observación y el punto cardinal Norte. La elevación es la longitud de arco vertical que se mide desde el horizonte del observador hacia el objeto en el espacio.

⁴⁵ La modulación es una metodología en los sistemas de comunicaciones que permite variar algún parámetro en la onda de la señal recibida -sonido, datos o imagen- para obtener una señal de onda posible de ser transportada por un canal de comunicación. La demodulación supone el proceso inverso para recuperar la información de la señal de onda recibida desde el satélite (Elbert, 2008).

El segmento terrestre del Sistema Nahuel tenía una configuración flexible, lo cual posibilitaba la participación del Centro de Control en distintos tipos de misión en banda Ku, el control y monitoreo de dos satélites en forma simultánea, la adaptación para trabajar con distintas plataformas del estándar de la Agencia Espacial Europea (ESA) y la participación en la red de LEOP para brindar soporte a las misiones satelitales (Vallejo, 1999).

En 1998 se ampliaron las facilidades del segmento terrestre de Nahuelsat S.A. a partir de una estación terrena de respaldo, ubicada en Bosque Alegre, Córdoba (Latam Satelital, 2017). La función principal de esta estación era brindar capacidades en caso de que una falla catastrófica afectara las instalaciones de Benavidez. Si bien el uso de la estación de respaldo de Bosque Alegre era de alguna forma un requerimiento del seguro del satélite, el equipo de ingeniería decidió utilizar estas instalaciones en forma remota desde Benavidez para el mejoramiento de la precisión en los datos de ranging, utilizando la antena de 9m de la estación de respaldo para “triangular” la posición del satélite junto con las mediciones de la antena de Benavidez. Los 800 km que separan Benavidez de Bosque Alegre, permitían esta operación. Por otra parte, la cadena de telemetría de Bosque Alegre se utilizaba como chequeo en caso de anomalías en la estación de Benavidez (A. Rodríguez, comunicación telefónica, 22 de septiembre de 2020). Nahuelsat S.A. era el dueño de los equipos, una antena de 9m, equipamiento de radiofrecuencia, banda base y computadoras para el control del satélite, sin embargo, las instalaciones fueron arrendadas a Telecom International (Latam Satelital, 2017). El personal de esta última compañía era responsable de las tareas de mantenimiento operativo en la estación durante su vida útil.

3.4. Producción de conocimientos y generación de capacidades para la operación de satélites geoestacionarios

En los primeros años, el área gerencial de Nahuelsat S.A. tenía una política explícita de formación de mano de obra, la cual consistía en capacitar a los ingenieros argentinos en Europa y brindar cursos de capacitación para los controladores del satélite en las instalaciones de la empresa. Esta estrategia formal favoreció la adquisición de conocimientos básicos entre la mano de obra.

El primer año, en Nahuelsat quedó gente extranjera que vinieron a armar la estación y terminar de entrenar a los ingenieros que se entrenaron en Francia e Italia. **Después del lanzamiento quedaron uno o dos franceses y un**

italiano de soporte local (A. Rodríguez, comunicación personal, 09 de enero de 2019, el resaltado es propio).

Tras la estadía en Europa, el equipo de ingenieros de Nahuelsat S.A. regresó a la Argentina para concluir su formación en la operación de satélites geoestacionarios. Los aprendizajes formales, de estilo cuasi académico de los cursos, si bien prosiguieron mediante la consulta del material bibliográfico adquirido y cursos de entrenamiento específicos, se complementaron con múltiples aprendizajes informales desarrollados a partir de la interacción establecida con ingenieros franceses e italianos, instalados en Benavídez.

Aerospatiale como fabricante de la plataforma satelital, subcontrató a ingenieros de *LSE Space GmbH* para brindar apoyo a los ingenieros del *CNES*, responsables de la ejecución de maniobras LEOP y capacitar a los ingenieros argentinos tanto en la prueba y funcionamiento del software del Centro de Control Satelital de la estación terrena, como en la adecuación de los procedimientos de maniobras a las características técnicas del Nahuel 1A (Breul, Kiehling y Niehaus, 2012).

Alenia Spazio, como responsable de la construcción de la estación de telecomando y telemetría de Benavidez, subcontrató a personal de DLR/GSOC para la provisión del software del Centro de Control Satelital. DLR/GSOC a su vez, subcontrató a personal de *LSE Space GmbH* como soporte en la provisión y testeo de dicho software (Breul, Kiehling y Niehaus, 2012).

Las interacciones entre los ingenieros de Nahuelsat S.A. y sus pares europeos generaron dinámicas de aprendizaje basadas principalmente en la socialización de habilidades y experiencia (Nonaka, 1995). La observación y seguimiento de las maniobras, la formulación de preguntas y el intercambio de información en discusiones formales e informales permitieron el surgimiento de ciertos conocimientos tácitos entre los ingenieros locales.

“Aprendimos un montón, pero ¿Cómo hiciste bien el cálculo? ¿Por qué lo pusiste a esta hora, no antes o después? **Había parte del know-how que no te explicaban**” (J. Aurelio, comunicación personal, 23 de junio de 2019, el resaltado es propio). En función de esto último es posible plantear los siguientes interrogantes: ¿Qué tipo de interacciones/socialización se promovían?, ¿Qué circulaba y qué no?, ¿Quién/es regulaba/n esas interacciones/socialización? y ¿Quién/es se apropiaba/n el conocimiento resultante?

La capacitación ofrecida por las empresas europeas incluía conocimientos con un alto grado de estabilización a nivel mundial, los cuales generaban en las firmas demandantes de satélites -entre ellas Nahuelsat S.A.- los saberes necesarios para mantener operativa la tecnología importada, en este caso el Nahuel 1A. Es decir, estas empresas estaban interesadas en transmitir las tecnologías, conocimientos y habilidades que permitieran ampliar sus unidades de negocio a otras latitudes. Por ello, si bien los ingenieros locales y extranjeros establecieron relaciones personales de cooperación (simétricas), las mismas estaban atravesadas por lógicas de poder comerciales que trascendían las acciones individuales y restringían el *know-how* en circulación.

Asimismo, la circulación de conocimiento se inscribe en un escenario mundial, en el cual existen ciertas reglas escritas y no escritas que definen cuáles Estados pueden desarrollar determinada tecnología, las condiciones de su desarrollo, los márgenes de beneficios y las condiciones de intercambio (Blinder y Hurtado, 2019) puesto que, el conocimiento y la tecnología son dimensiones centrales no sólo en la competencia comercial sino en el orden geopolítico. Por lo tanto, los intereses comerciales y las regulaciones existentes a nivel mundial, implícitas en las interacciones establecidas entre los ingenieros locales y extranjeros, limitaron y/o excluyeron el acceso de los primeros a nuevas tecnologías y conocimientos con facultades de alteración de dicho orden.

Los funcionarios de Nahuelsat S.A. promovieron la participación de los ingenieros satelitales en seminarios internacionales -18th AIAA *International Communications Satellite Systems Conference and Exhibit* en Oakland (California, EE.UU.), *Global VSAT Forum 2000: Latin America e Internet en Latinoamérica*, ambos en Miami (Florida, EE.UU.)- y exposiciones donde estaban presentes grandes empresas de telecomunicaciones -*SET-Broadcasting Cable Eng. De TV* en San Pablo, *Telelink 2000* y *ExpoComm Argentina 2000* en Buenos Aires- (Nahuelsat S.A., 2001). La participación en dichos ámbitos permitió la actualización y ampliación de los conocimientos tecnológicos de los trabajadores de las áreas de ingeniería, mediante procesos de aprendizajes formal e informal, generados estos últimos, a partir de las interacciones establecidas con el personal de otras empresas. La interacción favoreció un proceso de aprendizaje social y dinámico que se retroalimentaba a partir de la socialización de experiencias ajenas, de la internalización de las mismas con la consecuente adquisición de nuevos conocimientos tácitos y de la exteriorización de los conocimientos existentes en la empresa. La industria satelital es un sector de la economía que, por el alto nivel

de complejidad de las tecnologías involucradas, requiere niveles elevados de confiabilidad y calidad. En función de ello, la socialización de experiencias propias y ajenas en torno al alcance de ciertos desarrollos como también el análisis de los errores se constituyeron en un núcleo de aprendizaje, no sólo para los ingenieros de Nahuelsat S.A. sino para el resto de los actores.

“El fabricante *Aerospatiale* armó (...) un club donde invitaba a todos sus clientes. **Estos contaban sus experiencias (...) Entonces se socializaba información valiosa de la plataforma Spacebus (...)** De eso sí se participó” (J. Aurelio, comunicación personal, 23 de junio de 2019, el resaltado es propio). Además de los cursos académicos y las conferencias empresariales Nahuelsat S.A. participó en un ámbito de discusión organizado por *Aerospatiale*. El objetivo era que los ingenieros de todas las empresas que operaban una plataforma del modelo *Spacebus* socializaran entre sí y con ingenieros de la empresa proveedora, la experiencia acumulada en el manejo, los problemas encontrados y las soluciones adoptadas. Las interacciones gestadas en dicho ámbito, aunque promovían la cooperación entre empresas estaban atravesadas por intereses de poder comercial. En dicho espacio *Aerospatiale* no predefinía qué circulaba, lo cual posibilitaba la socialización y exteriorización -en términos de Nonaka (1995)- de múltiples experiencias que los clientes habían experimentado mediante la operación de la plataforma *Spacebus*. Sin embargo, la empresa francesa en calidad de fabricante era quien regulaba y mayormente se apropiaba de las experiencias puestas en circulación y los conocimientos asociados. Tanto las experiencias como los conocimientos desarrollados y los errores encontrados por las empresas clientes/usuarios de la plataforma se constituían en insumos para el perfeccionamiento de la misma y el mantenimiento de *Aerospatiale* como una de las empresas líderes en el mercado de fabricación satelital. Si bien esta iniciativa estaba dominada por los intereses de la firma francesa, dichas reuniones representaron un escenario de aprendizajes sustantivos para Nahuelsat S.A. y otras firmas operadoras.

Más allá de las limitaciones generadas por los intereses comerciales y geopolíticos, la asistencia a cursos, conferencias y exposiciones internacionales permitió que algunos ingenieros de Nahuelsat S.A. tuvieran contacto con pares de otras firmas, entre las cuales estaban los propios accionistas, competidoras, proveedores y clientes. La observación, imitación, visibilización, intercambio y práctica de experiencias sucedidas en tales empresas se constituyó un cúmulo de capacidades mediante la articulación de conocimientos explícitos e implícitos o tácitos. Esta dinámica de retroalimentación -progresiva espiral ascendente- (Nonaka y Takeuchi, 1995) continuaba en Nahuelsat S.A., a partir de la circulación interna de los conocimientos. La reflexión, el intercambio

de información y el entrecruzamiento de datos entre los propios ingenieros del área satelital y del segmento terrestre favoreció el círculo virtuoso de creación de nuevas capacidades adecuadas socio-técnicamente a la firma argentina.

En la trayectoria de Nahuelsat S.A. se identificaron dinámicas de aprendizaje que comprendieron otras dimensiones cognoscitivas, las cuales tuvieron un efecto sinérgico en los aspectos técnicos, tales como variaciones organizaciones y la codificación de conocimientos tácitos desarrollados por la práctica.

3.4.1. Aprendizajes organizacionales

En 1998, los responsables de las áreas de ingeniería observaron que la división de trabajo existente en el equipo técnico –dos técnicos satelitales y un técnico de estación por turno de trabajo- no se adecuaba a las dinámicas de rotación de personal.

En un momento había dos equipos, uno para el satélite, otro para la estación. Lo que hicimos fue juntar a los dos equipos. Los tres sabían hacer todo, era más fácil las rotaciones (A. Rodríguez, comunicación personal, 26 de febrero de 2019, el resaltado es propio).

Nos dieron el entrenamiento de satélite, y a los otros el entrenamiento de estación. En 1997/98 se unificó el grupo. El grupo hizo todo, desde atención al cliente, habilitación de acceso al satélite, la parte de estación, mantenimiento preventivo y correctivo, los procedimientos nominales y de contingencia (J. Aurelio, comunicación personal, 23 de junio de 2019).

Los ingenieros determinaron que, si bien los controladores de satélite como los controladores de estación debían realizar tareas específicas en el turno de trabajo asignado, todo el equipo técnico debía tener una capacitación similar. Por ello, los ingenieros favorecieron la circulación interna de los conocimientos adquiridos en ambos cursos de entrenamiento. Esta ampliación de los conocimientos posibilitó que el equipo técnico en su conjunto estuviese capacitado para observar la telemetría del satélite, realizar las operaciones nominales y de contingencia, ejecutar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de la estación terrena y desarrollar las tareas de atención al cliente. Para los trabajadores representó un conocimiento más completo sobre los subsistemas que intervienen en el manejo de un sistema satelital. Para la empresa, simplificó la rotación de la mano de obra de acuerdo a sus necesidades al tiempo que incrementó la eficiencia de la misma.

3.4.2. Aprendizajes por la práctica y mediante la codificación de conocimientos tácitos

El aprendizaje teórico y las interacciones establecidas con pares europeos se complementaron con los conocimientos desarrollados mediante la práctica (Arrow, 1962).

“Aprendimos bastante pero cuando realmente aprendimos fue cuando se integraron las cosas acá en Benavidez... **Nosotros terminamos haciendo las pruebas y aprendimos... La parte operativa la aprendes en campo**” (A. Rodríguez, comunicación personal, 09 de enero de 2019, el resaltado es propio). Si bien la puesta en funcionamiento de la estación terrena era responsabilidad de *Alenia Spazio*, el atraso de la misma respecto a la producción del satélite requirió la participación activa de la mano de obra local. Ello permitió que los técnicos locales, junto a los ingenieros de la estación, desarrollen conocimientos a partir del armado, testeado y puesta en operación de los equipos, el uso del simulador y la codificación de las actividades realizadas.

Entre 1996-1997, los técnicos adquirieron capacidades tecnológicas surgidas a partir del manejo del simulador satelital, artefacto que recreaba el funcionamiento del satélite y las condiciones del espacio, y de las tareas de puesta en funcionamiento de la estación. El Simulador se utilizó para realizar pruebas, regular la potencia o determinados parámetros del sistema y la calibración de algunos equipos, así como la simulación y validación de los procedimientos de maniobras, antes de su ejecución en forma directa sobre el satélite. El artefacto permitió que los técnicos adquirieran conocimientos y habilidades en situaciones de rutina y de emergencia, éstos últimos generados a partir de la introducción de distintos tipos de fallas (A. Rodríguez, comunicación personal, 29 de agosto de 2019). La repetición de las tareas de ejecución de comandos y maniobras en el simulador constituyó la base de la generación incremental de habilidades existente en Nahuelsat S.A. Además de estas capacidades, el uso del simulador en tiempo real favoreció la generación de múltiples capacidades socio-técnicas, para la resolución de problemas bajo presión y de forma imprevista que requiriesen estar operativos durante largos períodos de tiempo (J. Aurelio, comunicación personal, 23 de junio de 2019). Luego del lanzamiento del Nahuel 1A, el Simulador fue resignificado por los ingenieros de la estación como un equipo de mantenimiento para el área de ingeniería satelital.

Estos procesos de aprendizajes por la práctica eran congruentes con los objetivos de Nahuelsat S.A. y sus accionistas tendientes a desarrollar habilidades operativas locales, con el fin de ampliar las unidades de negocio en Sudamérica. Tales capacidades

tecnológicas no constituían un desafío a los intereses comerciales y geopolíticos vigentes en el orden establecido, sino que propiciaban el mantenimiento del mismo.

Considerar que las interacciones entre los ingenieros estaban permeadas por lógicas de cooperación y poder no implica suponer un carácter pasivo entre los actores locales. Las capacidades endógenas -técnicas, organizacionales y otras- constituyen elementos claves en el aprovechamiento de los intersticios generados en las dinámicas de aprendizaje.

La interacción entre los ingenieros argentinos y los ingenieros de *Aerospatiale* y *Alenia Spazio* permitió la generación de los procedimientos de maniobras del satélite, del segmento terrestre y la interfaz entre ambos (H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019; A. Rodríguez, comunicación personal, 26 de febrero de 2019). Los procedimientos de operaciones son un conjunto de disposiciones para el control del satélite desde tierra. Existen procedimientos nominales, que determinan los comandos a ejecutar durante el funcionamiento adecuado del satélite de acuerdo a los parámetros esperados, y de contingencia, comandos que se ejecutan en casos hipotéticos de falla.

El equipo de ingenieros y técnicos que participó en el armado de la estación y la fase de testeo de los equipos desarrollaron aprendizajes a partir de la práctica (Arrow, 1962), los cuales tenían un carácter tácito. Dado que el sector satelital se caracteriza por la rigurosidad y la certificación de los procesos desarrollados, el personal de Nahuelsat S.A. codificó tales conocimientos para su estabilización y replicación.

(...) Está todo escrito, es la circulación de conocimientos de lo que se hizo, que novedades hubo, que no. Es el registro de lo que hiciste, es tu aporte. Todo se guarda. Es una información cruda que se guarda y se graba todo (J. Aurelio, comunicación personal, 23 de junio de 2019, el resaltado es propio).

El proceso de aprendizaje comprendía una descripción detallada de las acciones llevadas a cabo y la introducción de modificaciones respecto a la forma estabilizada de acción. Por lo tanto, la codificación inicial involucraba un proceso de reflexión en torno a la tecnología, los aprendizajes teóricos adquiridos y la puesta en práctica de los mismos en el contexto local.

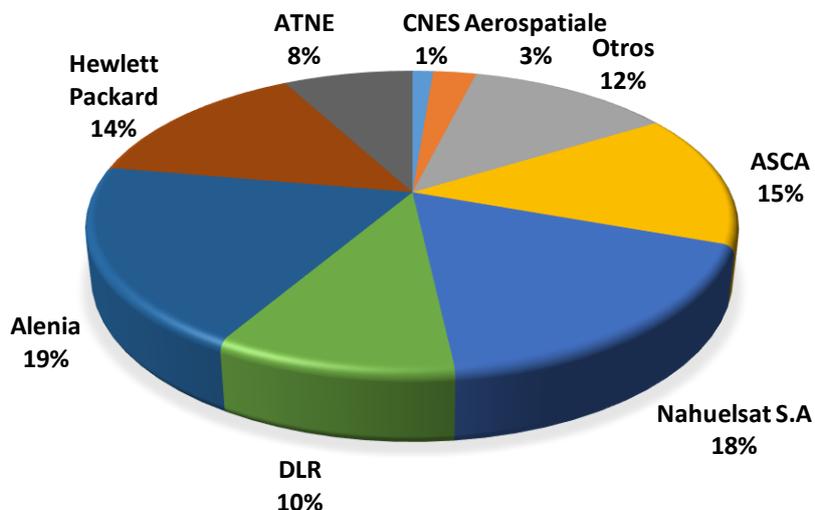
Con todas las mejoras que identificábamos se generaba un ticket... En la mesa se contaba lo que pasó, se daban distintas opiniones, se acordaba y se

ponía en una minuta. Luego se le asignaba responsabilidad a uno (...) El día de mañana yo no estoy, pero no importa, ahí está lo que se hizo. **Siempre teníamos chequeos cruzados, eso quedaba todo registrado** (J. Aurelio, comunicación personal, 23 de junio de 2019, el resaltado es propio).

Los documentos preliminares generados por el personal de Nahuelsat S.A. contenían detalles relativos al modo de realizar cada una de las operaciones o comandos ejecutados de forma novedosa, el registro de las personas que habían estado involucradas, los inconvenientes encontrados y las soluciones adoptadas en cada caso. Estos documentos eran presentados, discutidos, reformulados y evaluados en las reuniones de rutina del área de Operaciones. Tras la evaluación de los documentos preliminares, continuaba el proceso de socialización y exteriorización de los aprendizajes (Nonaka, 1995) puesto que, los responsables de la reunión designaban a un ingeniero como encargado de la redacción del *template*. Este documento interno de la empresa se configuraba como un repositorio de conocimiento (Davenport y De Long, 1997) imprescindible para la operación de los sistemas de la estación y del satélite. Como certificación de calidad de los procesos de producción del *template*, el documento era revisado por distintas áreas, dejándose registro de cada una de esas revisiones.

En el período 1996-2000, los ingenieros locales generaron el 18% de los informes y documentos técnicos que poseía Nahuelsat S.A., mientras el 82% restante fue producido por empresas extranjeras.

Gráfico N° 7: Repositorio de documentación en Nahuelsat S.A. (1996-2000)



Fuente: elaboración propia en base a Decreto PEN N° 626/07. Anexo I

El repositorio de documentación de Nahuelsat S.A. estaba conformado por a- 11 documentos producidos por el CNES (1%), los cuales referían a la fase LEOP; b- 128 documentos de ASCA (15%) que referían principalmente al Nahuel 1A, al simulador del satélite y al aseguramiento de producto; c- 172 documentos de *Alenia Spazio* (19%) sobre temáticas diversas (manuales, aseguramiento de producto, radio frecuencia, sala de control de satélite, ensayos que se hacen después que el satélite llega a la órbita GEO hasta que se declara operativo, procedimientos para la integración y testeo de los equipos, entre otros); d- 23 documentos producidos por *Aerospatiale* (3%) en referencia a las especificaciones de diseño del sistema en general y el Nahuel 1A en particular; e- 90 documentos generados por DLR (10%) sobre aseguramiento de producto y el centro de control del satélite; f- 69 documentos de ATNE (8%) sobre banda base; g- 128 documentos de Hewlett Packard (14%) acerca de los ensayos en órbita previo a la puesta en operación del satélite y monitoreo del sistema; h- 109 documentos de empresas varias (12%) sobre temas generales y i- 157 documentos producidos por el equipo de ingenieros de Nahuelsat S.A.

Cuadro Nº 9: Documentos producidos por Nahuelsat S.A. (1996-2000)

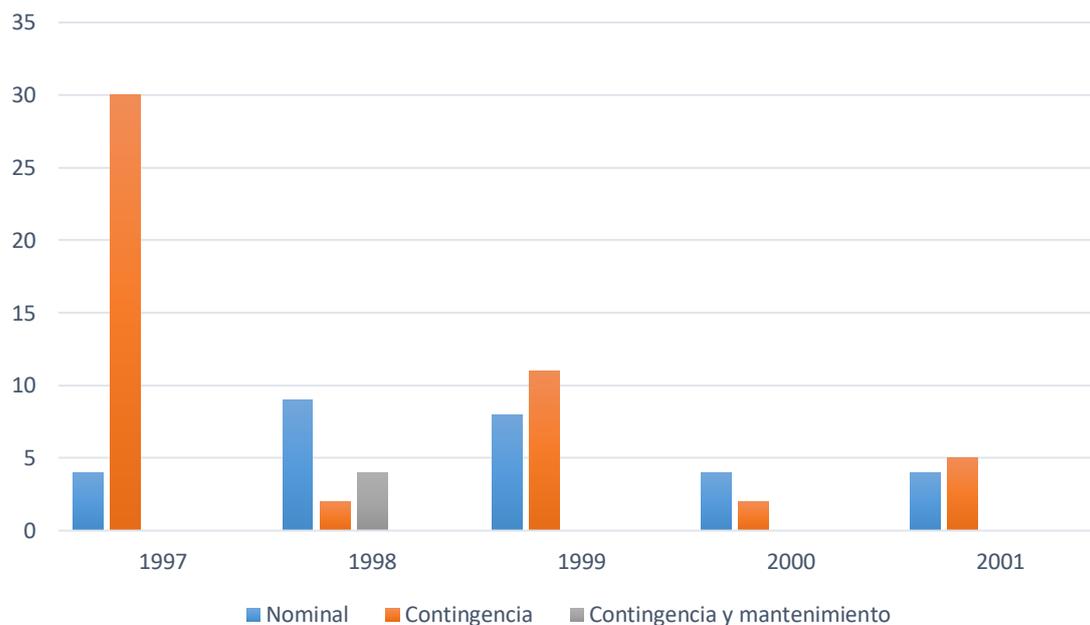
Tema	Cantidad	Proporción (%)
Nahuel 1A	16	10
Informes	53	34
AIT	1	1
LEOP	3	1
Varios	84	54
TOTAL	157	100

Fuente: elaboración propia en base a Decreto PEN Nº 626/07. Anexo I

El 54% de los documentos producidos por Nahuelsat S.A. estaba constituido por manuales de operaciones, libros de satélite, libros diarios, entre otros. Un 34%, eran informes sobre los cambios de configuración registrados en la carga útil del Nahuel 1A; un 10%, eran informes de pruebas, de reposicionamiento y reacondicionamiento del satélite y el 2% restante eran documentos sobre la fase LEOP y sobre la integración de ensamblajes en el segmento terreno (Decreto PEN Nº 626/07). Además de los manuales e informes técnicos, en el repositorio de Nahuelsat S.A. se encontraban los procedimientos de maniobras. Estos documentos constituían la base sobre la que se asentó y consolidó la experticia práctica de los ingenieros locales.

En el período 1997-2001 se registraron 83 procedimientos de maniobras, siendo 50 de contingencia⁴⁶, 29 de operación nominal⁴⁷ y sólo 4 de contingencia y mantenimiento⁴⁸. La producción de los procedimientos presentó variaciones respecto al tiempo y a la mano de obra encargada de su emisión.

Gráfico N° 8: Procedimientos Satelitales de Nahuelsat s.A. (1997-2001)



Fuente: elaboración propia en base a Decreto PEN N° 626/07, Anexo I.

En 1997, se registró el 40% del total de procedimientos generados en el período 1997-2001 con 34 procedimientos de maniobras, de los cuales 30 eran de contingencia y 4 de operación nominal. Ello se debió principalmente a que el fabricante, en función del diseño del artefacto, diseñó el modo de uso del satélite, el árbol de problemas específicos y los comandos a ejecutar en dichos casos (H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019; J. Aurelio, comunicación personal, 23 de junio de 2019; A. Rodríguez, comunicación personal, 18 de octubre de 2019).

⁴⁶ Los procedimientos de contingencia comprenden aquellas instrucciones previstas de acción en caso de falla en algún subsistema o componente del satélite.

⁴⁷ Los procedimientos nominales comprenden aquellas instrucciones de acción durante el funcionamiento "normal" de los subsistemas y componentes del satélite.

⁴⁸ Los procedimientos de contingencia y mantenimiento comprenden aquellas instrucciones previstas de acción en caso de falla o deterioro de algún subsistema o componente de la estación de telemetría y control.

Cuadro Nº 10: Tipo de procedimiento de acuerdo a su emisión (1997-2001)

Año	Nominales		Contingencia		Mantenimiento y contingencia		Total
	Local	Extranjero	Local	Extranjero	Local	Extranjero	
1997	1	3	2	28	0	0	34
1998	4	5	0	2	4	0	15
1999	5	3	3	8	0	0	19
2000	0	4	0	2	0	0	6
2001	0	4	2	3	0	0	9
Subtotal	10	19	7	43	4	0	83
Total	29		50		4		83

Fuente: elaboración propia en base a Decreto PEN Nº 626/07. Anexo I

De los procedimientos generados en 1997, el 91% fueron desarrollados por tres ingenieros extranjeros radicados en Benavidez como soporte del equipo local. Ellos en representación del fabricante de la plataforma, fueron los responsables de la adecuación de los procedimientos de maniobras a las condiciones de Nahuelsat S.A. y el Nahuel 1A. La participación local en la escritura de procedimientos derivó de los procesos de entrenamiento y capacitación.

Estos procedimientos iniciales se complementaron con la escritura de nuevos procedimientos nominales en los años subsiguientes debido al *know-how* que adquirirían los ingenieros locales y extranjeros a partir de la operación del satélite Nahuel 1A. La herencia de vuelo de la plataforma satelital *Spacebus 2000* y el amplio análisis del árbol de fallas identificado por el fabricante previo al lanzamiento, explican la reducción de procedimientos de contingencia identificados en los años subsiguientes.

En el año 1998 se registró la producción de 4 procedimientos de contingencia y mantenimiento, los cuales fueron desarrollados en su totalidad por mano de obra local. Estos procedimientos tenían el objetivo de completar el manual de mantenimiento de la estación realizado por *Alenia Spazio*. La ausencia de nuevos procedimientos de mantenimiento se debió a que los ingenieros de la firma italiana, responsables de la construcción de la Estación de Telemetría y Control realizaron un exhaustivo trabajo de previsión materializado en un manual, en el cual contemplaron diversas situaciones de contingencia y mantenimiento de los equipos. Muchas de las situaciones previstas no llegaron a ejecutarse, por lo que no se requirió una actualización de dicho manual (A. Rodríguez, comunicación personal, 18 de octubre de 2019).

Cuadro Nº 11: Producción de procedimientos por mano de obra local y extranjera

Año	Extranjeros (%)	Locales (%)
1997	91	9
1998	47	53
1999	58	42
2000	100	0
2001	78	22
Total	75	25

Fuente: elaboración propia en base a Decreto PEN Nº 626/07. Anexo I

La producción de procedimientos de maniobras estaba atravesada por lógicas de poder, puesto que, las empresas europeas en tanto fabricantes eran responsables y decidían en última instancia los comandos a ejecutar. Sin embargo, el proceso de producción de estos conocimientos codificados era situado, es decir contemplaba el formato organizacional de Nahuelsat S.A., la pericia de los ingenieros y técnicos locales y la división de trabajo existente. En suma, constituía un proceso de adecuación de la tecnología extranjera a las condiciones locales. Por ello, si bien en el período 1997-2001, la elaboración de estos documentos estuvo dominada por ingenieros extranjeros, un análisis detallado por año permite observar el crecimiento de la participación local, incluso por encima de la participación extranjera.

El desarrollo de los procedimientos operativos posibilitó al personal de Nahuelsat S.A.: 1- conocer detalles operativos del satélite Nahuel 1A; 2- generar interacciones entre las dos áreas de ingeniería de la empresa, 3- reflexionar en torno a la tecnología adquirida por Nahuelsat S.A. y 4- construir y codificar comandos para ser ejecutados por el Área de Operaciones de la empresa.

En el año 2000 se registró una merma en la producción de procedimientos nominales y de contingencia (Gráfico Nº 7), como el relego de la mano de obra local (Cuadro Nº 11).

Entonces, **como la responsabilidad era de los ingenieros franceses se les pidió que reescribieran procedimientos.** Era de ellos... A partir de una contingencia generada en el '99 se tuvieron que generar correcciones a los procedimientos originales generados por el fabricante (A. Rodríguez, comunicación personal, 18 de octubre de 2019, el resaltado es propio).

Un año antes se registró una falla en uno de los procedimientos originales, lo cual afectó el envío de ciertos comandos al satélite. Ante dicha contingencia, el grupo de ingenieros de Nahuelsat S.A. solicitó a *Aerospatiale* la revisión de todos los procedimientos originales. Dado que contractualmente, la responsabilidad de producción de procedimientos era del fabricante, los ingenieros de Nahuelsat S.A. vieron reducida su participación en la elaboración de los mismos.

A partir del año 2001, los ingenieros locales no sólo generaron nuevos procedimientos operativos sino que, ante el deterioro del subsistema de propulsión del satélite Nahuel 1A desarrollaron múltiples procedimientos de operación manual (H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019; A. Rodríguez, comunicación personal, 18 de octubre de 2019).

En suma, Nahuelsat S.A. promovió el inicio y desarrollo de capacidades en la operación de satélites de telecomunicaciones en Argentina. Ello debido a que la gerencia de la firma complementó su política de innovación basada en la importación de tecnología, con la demanda de mano de obra local. A partir del lanzamiento del satélite Nahuel 1A, la organización de la estación de Telemetría, Control y *Ranging*, el Centro de Control asociado y la mano de obra local capacitada en la operación del satélite, Nahuelsat S.A. estuvo en condiciones de posicionarse en el mercado satelital argentino y latinoamericano.

3.5. Conclusiones

En la década de 1960, algunos sectores militares incorporaron en su discurso la autonomía científico-tecnológica como una capacidad política necesaria para el desarrollo nacional. Esta asociación ideológica se materializó en las iniciativas tecnoproductivas de la CNIE e instituciones de ciencia y tecnología vinculadas a la actividad productiva espacial.

El modelo de innovación basado en la producción endógena de tecnología espacial implicó la creación de diversas estrategias tendientes al desarrollo de capacidades tecnológicas. Ante el crecimiento de la demanda y los límites de las redes terrestres, la CNIE sostuvo la necesidad de desarrollar el sector de telecomunicaciones por satélites en Argentina, por lo cual desarrolló múltiples estudios de ocupación de las posiciones orbitales asignadas por la UIT. Sin embargo, la indecisión de las entidades públicas y el desconocimiento del poder político en la materia obstaculizaron la ejecución de los proyectos satelitales.

A inicios de 1990, la presión de distintos sectores nacionales, ante la inminente pérdida de las posiciones orbitales asignadas, llevó al gobierno nacional al diseño de una estrategia de reemplazo de las instituciones públicas por firmas privadas de capital nacional o extranjero.

La falta de actores privados locales interesados en invertir en una industria sin trayectoria en el país, de altos costos y riesgos, condujo al gobierno nacional a promover un conjunto de políticas públicas que fomentaron la inversión extranjera directa. En primer lugar, se convocó a una licitación pública. En segundo lugar, se garantizó la cesión de activos del Estado en el espacio ultraterrestre y la exención impositiva, tendientes a interesar a firmas extranjeras con visibilidad internacional. En ese escenario se creó Nahuelsat S.A. una empresa de operaciones satelitales de capital extranjero, pero de bandera argentina.

La experiencia analizada en este capítulo visibiliza el inicio del sector de telecomunicaciones en Argentina en manos privadas extranjeras. Si bien el gobierno nacional y los funcionarios de la empresa mantuvieron una política que fomentaba la importación tecnológica, esto no constituyó un condicionante para el desarrollo local de capacidades en la materia. Nahuelsat S.A. complementó la compra del sistema satelital Nahuel con una estrategia de formación y capacitación de recursos humanos locales, lo cual permitió desarrollar personal calificado para la operación de tecnologías complejas en un nuevo sector tecno-productivo en Argentina.

4

EL ESTADO Y LA PROMOCIÓN DEL SECTOR DE TELECOMUNICACIONES EN ARGENTINA

La experiencia histórica pasada y presente da cuenta que la incidencia del Estado es indispensable para crear las condiciones adecuadas y propiciar una dinámica de crecimiento estable y sustentable, en términos económicos, productivos, sociales y ambientales.

En general, y en los países en desarrollo en particular, el Estado puede tener una injerencia directa en la promoción de sectores considerados estratégicos, definidos según los distintos proyectos nacionales. Para ello, el Estado tiene la capacidad de definir objetivos y metas, seleccionar y emplear distintos instrumentos de política, movilizar recursos, así como negociar las restricciones impuestas a las políticas públicas por otros actores. En función de ello, en el Estado recae la obligación y responsabilidad de regular estos sectores, sin que dicha regulación implique la inhibición a la iniciativa privada.

En la fase actual del sistema capitalista, la regulación de los sectores estratégicos, como el de las telecomunicaciones es aún más pertinente, puesto que en las economías de los países operan corporaciones con poderes supranacionales. La acción irrestricta de capitales extranjeros sobre los sectores estratégicos de la economía supone la pérdida de control por parte del Estado, y por ende un riesgo para la estructura productiva del país.

El Estado además de establecer las políticas que regulan las áreas estratégicas se constituye en muchas ocasiones en productor y proveedor de tecnologías. La intervención directa del Estado a través de la conformación de empresas públicas, en general actúa como promotor de un nuevo sector económico; y en conjunto con otras dependencias e instituciones estatales como principal demandante del mismo.

El presente capítulo permite analizar los diversos roles asumidos por el Estado en relación al sector satelital de telecomunicaciones. Además de los roles mencionados, es relevante destacar el papel que representó el Estado en tanto agente que promovía y garantizaba la distribución de un servicio -televisión, radio, internet, etcétera- a la sociedad.

4.1. El Sistema Satelital Nahuel y el capitalismo dependiente en Argentina

A mediados de la década de 1990, el mercado de provisión de facilidades satelitales en Argentina estaba constituido por el sistema satelital de INTELSAT y el Sistema Satelital Nahuel. En un escenario, en el cual los sistemas satelitales internacionales existentes presionaban por aumentar su participación, pero no satisfacían la demanda nacional - llamadas telefónicas y servicios de TV- en cuanto a cobertura y precio, los funcionarios de Nahuelsat S.A. solicitaron al gobierno nacional la sanción de regulaciones proteccionistas para el Sistema Satelital Nacional Multipropósito Nahuel (Schober, 1996). Ante las presiones de Nahuelsat S.A. el gobierno argentino estableció el Decreto PEN Nº 1620/96 y mediante la Res. SC Nº 14/97 un Reglamento General de Gestión y Servicios Satelitales.

Ante la incorporación de Argentina a la Organización Mundial de Comercio (OMC) se dictaron las Leyes Nº 24.425/98 y Nº 25.000, Anexo que estableció la necesidad de firmar Acuerdos de Reciprocidad entre Argentina y aquellos países interesados en comercializar servicios satelitales en el territorio nacional. De acuerdo a ello, a inicios del siglo XXI el mercado satelital en Argentina estaba regulado mediante el Reglamento de Gestión y Servicios Satelitales (Res. SC Nº 3609/99) y los varios acuerdos de reciprocidad firmados entre 1998 y 2001.

El gobierno argentino, en función del análisis de la normativa internacional consideró imprescindible consolidar y fortalecer a Nahuelsat S.A. como operador de bandera argentina, aunque sin menoscabar el grado de competencia existente en el mercado local. Por ello el Reglamento de Gestión y Servicios Satelitales establecía de manera complementaria un régimen de exclusividad y un régimen de competencia.

La Secretaría de Comunicaciones, mediante la Res. SC Nº 14/97 estableció que por el término de siete años desde la puesta en funcionamiento del Nahuel 1A no se autorizarían nuevos sistemas satelitales argentinos; que no se autorizaría la operación de nuevos satélites extranjeros para la explotación de la Banda Ku; y que las señales y contenidos de los operadores radicados fuera del territorio nacional debían utilizar los enlaces ascendentes y descendentes del Nahuel 1A para ser distribuidos en Argentina (Art. 20, Res. SC Nº 14/97).

Si bien la regulación estipulaba el cumplimiento de los contratos establecidos con anterioridad a su puesta en vigencia (Art. 21 Res. SC Nº 14/97), las compañías satelitales norteamericanas y los operadores extranjeros presionaron al gobierno argentino para la derogación de esta normativa debido a las exigencias de índole legal (Art. 26 Res. SC

Nº 14/97) y fiscal (Art. 29 Res. SC Nº 14/97) que establecía a las compañías que prestaran servicios satelitales en el territorio argentino (Latin Press, 2001).

En 1997, el gobierno nacional cedió ante las presiones de las grandes compañías operadoras, puesto que modificó varios artículos de la Res. SC Nº 14/97, con la consiguiente flexibilización de los derechos de exclusividad atribuidos a Nahuelsat S.A. (Res. SC Nº 242/97).

La Resolución SC Nº 14/97 contemplaba la firma de convenios de reciprocidad entre la administración argentina y una administración extranjera. Estos acuerdos, simultáneamente favorecían la venta de capacidad satelital del Sistema Nahuel en el territorio de la otra administración, y autorizaban la provisión de facilidades satelitales en el territorio nacional mediante sistemas satelitales de dicho país. Si bien la Resolución SC Nº 242/97 no modificó la naturaleza de estos acuerdos, sí alteró su alcance, lo cual limitó la capacidad de acción de Nahuelsat S.A.

La Secretaría de Comunicaciones estableció que dado el carácter de organización intergubernamental de INTELSAT, la misma quedaba excluida del régimen de reciprocidad (Art. 12, inc. v, Res SC Nº 242/97), y los convenios de reciprocidad entraban en vigencia cuando los sistemas satelitales involucrados estuvieran plenamente operativos por un período de tiempo similar (Art 13, inc. III y VI Res SC Nº 242/97). Esta última precisión se vio limitada debido a la supresión del inciso v del Art. 24 de la Res. SC Nº 14/97, el cual establecía un período de tiempo similar para el inicio de las prestaciones. Estos cambios en la regulación del mercado argentino de operación satelital afectaron los intereses de Nahuelsat S.A. en favor de operadores extranjeros con experiencia en el mercado.

En noviembre de 1997, el gobierno nacional suscribió con el gobierno de México, el primer convenio de reciprocidad (Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 1997). En el marco de dicho convenio, la Comisión Nacional de Comunicaciones, autorizó la firma de un acuerdo entre Nahuelsat S.A. y la empresa mexicana SATMEX S.A., a los efectos de cumplir con las facilidades satelitales ofertadas en Banda C (Res. SC Nº 2.533/97). Este acuerdo permitió a Nahuelsat S.A. proveer servicios en Argentina en Banda C mediante los satélites Solidaridad I (109.2º O) y Solidaridad II (113ºO), bajo operación de SATMEX S.A. Los servicios de Nahuelsat S.A. en Banda C no fueron contemplados en el régimen de exclusividad, por lo que debió competir en condiciones de libre mercado con operadores extranjeros (Art. 9, inc. III, Res. SC Nº 242/97).

En 1998, el gobierno nacional, a través de la Secretaría de Comunicaciones de Argentina firmó un acuerdo de reciprocidad con la *Federal Communication Commission* de EE.UU. (Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos de América y el Gobierno de la República Argentina, 1998). Dicho convenio favoreció la pisada de satélites norteamericanos en suelo argentino, en particular del operador PANAMSAT, que mediante la empresa Direct TV ofreció el servicio de televisión directa al hogar. Esto alteró los planes de negocios de Nahuelsat S.A. Si bien los acuerdos de reciprocidad en materia satelital suponen que ambos países se beneficiarían por la venta de capacidad satelital en el territorio contraparte, en la práctica los estados cuentan con entes reguladores que definen el tiempo, los trámites burocráticos y los requisitos para la obtención de la licencia de operador satelital permitido.

Mientras Direct TV rápidamente comenzó a dar servicios satelitales en Argentina de televisión directa al hogar (DTH), los planes de negocios de Nahuelsat S.A. en EE.UU. se dilataron por cuestiones técnicas, políticas y burocráticas (Foley, 1999; Rodríguez, 2019). En primer lugar, Nahuelsat S.A. carecía de los medios técnicos necesarios para brindar servicios en EE.UU., puesto que, tenía en operación el Nahuel 1A en la posición 72° O, una posición orbital deficiente en términos de frecuencia del espectro electromagnético, para dar servicios en el norte del continente americano. En segundo lugar, el convenio con EE.UU. estipuló la puesta en funcionamiento de los sistemas satelitales a partir de la firma del mismo, lo cual no permitió el tiempo de adecuación que requería la empresa de bandera argentina para asentarse en el mercado norteamericano. El vacío de la Res. SC N° 242/97 en cuanto al inicio de las actividades por reciprocidad no supuso un problema para la Comisión Nacional de Comunicaciones y el gobierno nacional. Por último, el convenio estipulaba que cada parte aplicaba en su territorio sus propias regulaciones, incluidas aquellas que protegían intereses nacionales (Art. VII Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos de América y el Gobierno de la República Argentina, 1998). Esto último dilató aún más la acción comercial de Nahuelsat S.A. en EE.UU. (Foley, 1999; Hurtado de Mendoza y Loizou, 2018). Argentina sólo instaló tres telepuertos en ciudades de los EE.UU. (Memoria y Balance de Nahuelsat S.A., 2001; 2003).

El gerente general de Nahuelsat S.A., Daniel Salzer, significó la política de reciprocidad con EE.UU. como un cambio en las condiciones originales del contrato de licitación, por lo que presionó a la Secretaría de Comunicaciones para la revisión del convenio. La presión ejercida por Salzer no alteró los plazos de puesta en vigencia del acuerdo con EE.UU., pero impulsó la cesión de la posición 81° O a la Argentina (Hurtado de Mendoza

y Loizou, 2018). Si bien el acuerdo con EE.UU. tuvo carácter asimétrico, Argentina obtuvo derechos futuros sobre un recurso natural, con un importante valor comercial y estratégico.

En 1999, la Secretaría de Comunicaciones introdujo nuevas modificaciones al Reglamento General de Gestión y Servicios Satelitales (Res. SC 3609/99). Si bien la regulación protegía a la empresa nacional -Nahuelsat S.A.- del surgimiento de un segundo operador y prohibía la incorporación de capacidad en Banda Ku en el mercado argentino (Art. 20 Res. SC Nº 3609/99), establecía ciertas limitaciones de precios a los servicios nacionales comercializados (Inc. B Art. 22 Res. SC Nº 3609/99) como también de carácter técnico (Inc. C Art. 22 Res. SC Nº 3609/99), lo cual disminuía aún más la competitividad de Nahuelsat S.A. Además, reconocía los acuerdos firmados con anterioridad y estableció una completa apertura a satélites que operaran únicamente en Banda C, así como la incorporación de la Banda Ka u otras frecuencias (Art. 22 Res. SC Nº 3609/99). Ese mismo año, el gobierno nacional suscribió un convenio de reciprocidad con España (Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno del Reino de España, 1999). En el marco de dicho convenio, Nahuelsat S.A. estableció un acuerdo comercial con Hispasat, mediante el cual Argentina transmitió información en Banda Ku a Europa, a través de los transpondedores del satélite Hispasat 1B (Vallejo, 1999). Al año siguiente, la Secretaría de Comunicaciones firmó dos nuevos acuerdos: 1- con los Países Bajos (Memorándum de Entendimiento entre el Secretario de Comunicaciones de la República Argentina y el Viceministro de Transporte, Obras Públicas y Administración de Agua de los Países Bajos, 2000) y 2- con Canadá (Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de Canadá, 2000). Finalmente, en 2001, Argentina firmó un convenio de reciprocidad con Brasil (Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República Federativa de Brasil, 2001).⁴⁹

En suma, entre 1997-2001, el gobierno nacional concertó seis acuerdos de reciprocidad que permitieron la pisada en suelo argentino de veintidós satélites de compañías extranjeras en Banda Ku, bajo regulación de la Res. SC Nº 3609/99.

Estos acuerdos favorecieron la consolidación de operadores internacionales con experiencia en el mercado, como INTELSAT, y el ingreso principalmente de compañías norteamericanas. Entre estas últimas se destacaron PANAMSAT, Loral Orión y GE

⁴⁹ Brasil también atravesó por una política de apertura mediante la firma de acuerdos de reciprocidad. Sin embargo, a diferencia de la estrategia adoptada en Argentina, Brasil fue más selectivo. Es decir, estableció acuerdos de reciprocidad, sólo en caso de obtener un beneficio real y presente, no activos o recursos a explotar en un futuro incierto.

Americom, los cuales ofrecieron servicios de internet de alta velocidad, banda ancha, televisión comercial y servicios de datos (Foley, 1999). INTELSAT y PANAMSAT dominaron la oferta de capacidad satelital en Argentina, dado que explotaban el 44% y el 27% respectivamente, de los satélites con autorización para brindar servicios de enlace en el territorio. Nahuelsat S.A. sólo dominaba el 4%.

Cuadro Nº 12: Operadores y satélites autorizados en Argentina (1997-2001)

Nº	Operador	País de origen	Satélite	Nº de transpondedores (Ku)	Resolución
1	Nahuelsat S.A.	Argentina	Nahuel 1A	18	-
2	Telesat	Canadá	Anik F1	48	Res. 75 sc/01
3			IS 511	6	
4			IS 601	10	
5			IS 603	10	
6			IS 605	10	
7	INTELSAT	Internacional	IS 705	10	Res. 82 sc/ 01
8			IS 706	10	
9			IS 707	10	
10			IS 709	10	
11			IS 801	6	
12			IS 805	6	
13			Galaxy III-R	24	Res. 1361 sc/98
14			Galaxy VIII-I	32	Res. 1361 sc/98
15	Panamsat	EE.UU.	PAS 5	28	Res. 2289 sc/98
16			PAS 6	36	Res. 2290 sc/98
17			PAS 6B	24	Res. 389 sc/99
18			PAS 1R	36	Res. 86 sc/01
19	Satmex	México	Solidaridad 2*	-	-
20	Loral Orion	EE.UU.	Telstar 12	52	Res. 232 sc/00
21	New Skies		NSS 803	6	
22	Satellite Arg.	Países Bajos	NSS 806	3	Res. 346 sc/00
23	B.V.		NSS 7	36	
24	Hispasat	España	Hispasat 1C	24	Res. 442 sc/01

Fuente: elaboración propia en base a *Solidaridad 2 brindaba servicios en Banda C

Fuente: elaboración propia en base resoluciones de ENACOM y

https://space.skyrocket.de/doc_sdat

En un mercado simultáneamente exclusivo y competitivo, mientras PANAMSAT dominaba el 40% e INTELSAT el 19% de los transpondedores que ofrecían servicios satelitales en Banda Ku en Argentina, Nahuelsat S.A. sólo dominaba el 4%⁵⁰. Ello generó que la empresa no pudiese estabilizar sus planes de negocios y estuviese sometida a múltiples

⁵⁰ Metodológicamente se consideró la oferta total de transpondedores en los satélites autorizados en el período 1997-2001, no considerándose su efectiva utilización sobre el territorio nacional ni la vida útil de los mismos.

problemas comerciales y financieros, los cuales se acentuaron en el contexto de crisis generalizado que vivió Argentina a fines del siglo XX.

El dominio del mercado de operación satelital, las presiones para modificar una política pública, la concentración accionaria de *GE Capital* sobre Nahuelsat S.A. puso de manifiesto la asimetría de poder no sólo de Nahuelsat S.A. frente a las empresas satelitales estabilizadas en el mercado, sino del propio Estado argentino frente a éstas.

4.1.1. Nahuelsat S.A. en el mercado de operación satelital latinoamericano

Dado que el satélite Nahuel 1A tenía un área de cobertura que cubría el cono sur, Brasil y Latinoamérica, en este apartado se analizó la posición de Nahuelsat S.A. en el mercado de operaciones satelitales a nivel regional.

Desde el diseño del Nahuel 1A, los directivos de Nahuelsat S.A. definieron a Brasil como un segundo mercado debido a una población de 172,8 millones de personas (Banco Mundial, 1999) por lo que planificaron que la mitad de sus transpondedores fueran vendidos allí (Foley, 1999). Los directivos de la empresa diseñaron dos estrategias: 1- la apertura de una oficina comercial en Río de Janeiro, *Nahuelsat do Brasil Satélites e Comunicações Ltda.*; y 2- la firma de un acuerdo comercial con Embratel. Brasil exigía para autorizar a un operador satelital extranjero, que el mismo establezca una empresa local en territorio brasileño, y que esta mantenga una relación societaria con la empresa matriz. La Agencia Nacional de Telecomunicaciones de Brasil (Anatel) autorizó a Nahuelsat do Brasil a comercializar en forma directa la capacidad satelital del Nahuel 1A (Agência Nacional de Telecomunicações, 1999).

En 1997, Embratel, dado el interés en la nueva unidad de negocio, la televisión directa al hogar (DTH), firmó un acuerdo con Nahuelsat S.A., el cual establecía la compra casi total de la capacidad satelital de los transpondedores del Nahuel 1A, en el haz brasileño. Las características técnicas en tierra de la Banda Ku -antenas más reducidas- volvían adecuada la tecnología de la empresa argentina. Sin embargo, Embratel ante la adjudicación de una posición orbital y bandas de frecuencia Ku propia prefirió brindar el servicio de televisión directa al hogar mediante satélites locales y no a través del Nahuel 1A. Ante el cambio de condiciones y las perspectivas de un nuevo modelo de negocio, Embratel canceló el contrato firmado con Nahuelsat S.A., quien impuso las multas concertadas en el acuerdo (D. Santos, comunicación multimedia, 08 de mayo de 2020). Ante la negativa de Embratel de pagar las multas establecidas, Nahuelsat S.A. elevó el litigio a un proceso de arbitraje comercial en la Cámara Internacional de Comercio de

París (Memoria y Balance de Nahuelsat S.A., 2001). Tras un proceso que duró cinco años, Nahuelsat S.A. obtuvo un fallo unánime en su favor, pero la regulación brasileña dilató la ejecución de dicha sentencia⁵¹.

Si bien a partir de las estrategias mencionadas, Nahuelsat S.A. ingresó al mercado brasileño, la recesión económica que afectaba a la región, la devaluación del Real cercana a un 80% (Brenta, 2002) y la cancelación del contrato con Embratel redujeron significativamente las ventas de la firma argentina (A. Rodríguez, comunicación personal, 09 de enero de 2019). Asimismo, es necesario tener presentes los prejuicios de las empresas trasmisoras de TV sobre las interferencias por lluvia de la Banda Ku. En Brasil, las entidades de telecomunicaciones utilizaban la Banda C del espectro electromagnético, puesto que, si bien requería antenas más grandes, resultaba más adecuada a una zona caracterizada por un elevado nivel de precipitaciones, debido a que las emisiones en Banda C resultan más inmunes a la atenuación por lluvia.

En paralelo, en un escenario de apertura comercial, Brasil estableció alianzas estratégicas y acuerdos de reciprocidad con empresas líderes en el mercado de operación satelital, las cuales compitieron con Nahuelsat do Brasil en la apropiación de cotas del mercado. Por un lado, Embratel estableció una alianza estratégica con el operador MCI, que buscó socios entre Hispasat (España), Telesat (Canadá), Alcatel (Francia) y SES/Astra (Luxemburgo) (Foley, 1999). Por otro lado, la política de apertura de los cielos del gobierno de Brasil favoreció principalmente al consorcio internacional INTELSAT, quien controlaba el 50 % de los satélites operativos en dicho territorio (Cuadro Nº 13). Sin embargo, dicha política permitió el asentamiento de nuevos operadores, entre los cuales estaban Loral Orion, SATMEX y otros. Sólo PANAMSAT no contaba con satélites operativos en Brasil.

En suma, la comercialización de los servicios satelitales provistos por Nahuelsat S.A. en Brasil estuvo sujeta en la práctica a múltiples factores: 1- la competencia de empresas operadoras satelitales, líderes en el sector, que presionaban mediante la reducción de los precios del mercado; 2- los derechos de pisada establecidos mediante acuerdos de reciprocidad entre los gobiernos; 3- los acuerdos comerciales establecidos entre los directivos de Nahuelsat S.A. y los entes reguladores de las comunicaciones en Brasil; y 4- la inadecuación socio-técnica del artefacto Nahuel 1A, que sólo ofrecía servicios en

⁵¹ Tras cuatro años de presión para que la Corte Suprema de Justicia de Brasil considere el caso, funcionarios de Nahuelsat S.A. decidieron iniciar un proceso de renegociación con Embratel. Dicho proceso, el cual supuso una reducción del monto a pagar, concluyó entre 2004 y 2005 con un resarcimiento a Nahuelsat S.A.

Banda Ku. La convergencia de estos factores limitó la capacidad comercial de Nahuelsat S.A. en general, y en Brasil en particular.

Cuadro Nº 13: Operadores y satélites autorizados en América (1997-2000)

Operador satelital	Satélites operativos	Banda de frecuencia	Autorizado en Cono Sur (Argentina)	Autorizado en Brasil	Autorizado en Latinoamérica (México)
Nahuelsat S.A. (Argentina)	1	Banda Ku	Nahuel 1A	Nahuel 1A	-
Intelsat	21	Banda C y Ku	IS 601; IS 603; IS 605; IS 705; IS 707; IS 709; IS 801; IS 803 (NNS 803); IS 805; IS 806 (NNS806)	IS 601; IS 603; IS 605; IS 705; IS 706; IS 707; IS 709; IS 801; IS 805; IS 806 (NNS 806)	IS 805; IS 806 (NNS 806)
	1	Banda Ku	-	-	-
Telesat (Canadá)	10	Banda C y Ku	Anik F1	Anik F1; Brazil 1T (Anik C1)	Anik F1
	2	Banda C, Ku y Ka	-	-	-
Loral Skynet (EE.UU.)	6	Banda C y Ku	-	s/d	Telstar 7
	1	Banda C	-	-	-
Panamsat (EE.UU.)	9	Banda C y Ku	PAS 1R; PAS 3R; PAS 5; PAS 6	-	PAS 1R; PAS 3R
Embratel Star One (Brasil)	4	Banda C	-	Brasilsat B1; B2; B3; B4	-
Hughes / Panamsat (EE.UU.)	6	Banda C y Ku	Galaxy 3R	-	Galaxy 11
Satmex (México)	4	Banda C y Ku	Solidaridad 2 (a través de Nahuelsat S.A.)	Solidaridad I Solidaridad 2 Satmex 5	Morelos II; Solidaridad I; Solidaridad 2; Satmex 5
Loral Orión (EE.UU.)	2	Banda Ku	Orión 2	Orión 2	-
GE Americom (EE.UU.)	6	Banda C y Ku	GE 4	s/d	GE 4
	6	Banda C	-	-	-
Otros	12	s/d	-	s/d	-
TOTAL	91		20	20*	12

* la cifra es tentativa puesto que no se han contabilizado aquellos satélites que tenían autorización para brindar servicios en Brasil, pero que no fueron identificados fehacientemente.

Fuente: elaboración propia en base a Strauss, E. (1998); *The Satellite Encyclopedia*; Loral Space & Communications LTD (Anual Report), 1998; Foley, (1999); Acuerdos de reciprocidad (1997-2001)

El Nahuel 1A, desde su concepción tenía un haz dirigible que permitía dar cobertura a todo el continente, puesto que los directivos de Nahuelsat S.A. identificaron a la región latinoamericana como mercado potencial en general, y a México en particular.

El gobierno de México mantenía cerrado el mercado satelital para los operadores extranjeros. Sin embargo, permitía el establecimiento de acuerdos de reciprocidad que contemplaran la participación de operadores mexicanos en la provisión del servicio. Loral Orión, PANAMSAT y Telesat tenían participación en el mercado mexicano debido a que contaban con socios locales de propiedad mayoritaria, e INTELSAT comercializaba la capacidad de los satélites IS 805 y IS 806 mediante Telecomunicaciones de México (TELECOMM) (Foley, 1999). Si bien Nahuelsat S.A. generó expectativas de negocio en México, la competencia de los grandes operadores en un mercado semi-protegido, la baja potencia del haz continental y la falta de acuerdos contractuales con operadores mexicanos obstaculizaron la comercialización de los transpondedores del Nahuel 1A (A. Rodríguez, comunicación personal, 09 de enero de 2019; P. Tognetti, comunicación personal, 24 de abril de 2019; D. Santos, comunicación multimedia, 08 de mayo de 2020).

Pese a las dificultades de ingreso al mercado mexicano, Nahuelsat S.A., mediante el haz continental, ingresó al mercado de operación satelital en varios países de Centroamérica y Sudamérica: Honduras, Costa Rica, Guatemala, Ecuador, Colombia, Venezuela y Perú. Si bien PANAMSAT e INTELSAT mantuvieron una posición dominante (Foley, 1999; Estévez, 2005), la empresa argentina ocupó nichos de mercado no cubiertos por las grandes operadoras, tales como canales comunitarios con presencia en zonas de montaña y alejadas de los centros urbanos (A. Rodríguez, comunicación personal, 26 de febrero de 2019; D. Santos, 08 de mayo de 2020). Estos canales comunitarios, muchos de contenido religioso, contaban con mecanismos de distribución de los contenidos a los operadores de cable del interior de los países.

Nahuelsat S.A., en Latinoamérica desarrolló una estrategia comercial, basada en la asistencia personalizada, que le permitió explotar nichos de mercado, marginales a las unidades de negocio de los grandes operadores satelitales.

En suma, en 1999 Nahuelsat S.A. prestaba servicio a 50 clientes en Argentina, Brasil, Uruguay, Paraguay, Bolivia, Chile y EE.UU. (RT&A, 1999), entre los cuales estaban IMPSAT, Servicio Satelital, Telefé, Sky Argentina, NORTSAT, entre otras de Argentina; Telefónica del Sur y CTC de Chile; COMSAT de Brasil, entre otros (Nahuelsat S.A., 2001). Si bien Nahuelsat S.A. comercializó la capacidad satelital del Nahuel 1A, la empresa no logró posicionarse competitivamente en el mercado argentino y latinoamericano debido

a la presión de los grandes operadores internacionales en un escenario con regulaciones de índole proteccionistas, pero liberalizado a partir de la existencia de múltiples acuerdos de reciprocidad, la dificultad de afrontar pagos en moneda extranjera con la venta de servicios en moneda local, en un escenario regional caracterizado por la devaluación monetaria y la inestabilidad institucional materializada en la ausencia de nuevos proyectos.

4.1.2. Inestabilidad institucional. Creación y destrucción de capacidades tecnológicas

A fines del siglo XX, Nahuelsat S.A. atravesaba una situación crítica. Las empresas fundadoras de la compañía ejecutaron estrategias de posicionamiento y control del mercado espacial mediante el establecimiento de alianzas, que derivaron en una mayor concentración mediante el establecimiento de fusiones y el desarrollo de empresas subsidiarias.

Deutsche Aerospace AG, luego de varias fusiones con empresas de origen alemán, francés y español derivó en *European Aeronautic Defense and Space Company (EADS Deutschland)* (Amir y Weiss, 2000). *Aerospatiale* pasó a llamarse *Thales Alenia Space*, constituyéndose en el mayor fabricante de satélites europeo. Por su parte *Alenia Spazio* derivó en *Finmeccanica* (hoy *Leonardo SpA*), un grupo económico con varias subsidiarias en el sector (Comission of the European Communities, 2005).

A los gerentes de Nahuelsat S.A. les afectaba mucho el cambio de las empresas, entonces ellos estaban muy atentos a las conformaciones accionarias de las empresas europeas (...) Nosotros seguíamos el nombre de éstas porque nos terminaba afectando (...) Las empresas originales, en el '97 ya no estaban más (...) Todos esos cambios de empresas, eran fusiones y desprendimientos que generaban que sus responsables no supieran lo que pasaba acá (A. Rodríguez, comunicación personal, 09 de enero de 2019).

Estas alianzas de concentración del capital no sólo implicaron cambios de denominación de las empresas europeas, sino de sus intereses, de sus estrategias comerciales y del personal directivo y gerencial a cargo en Europa y en Argentina. Los nuevos directivos de las empresas accionistas de Nahuelsat S.A., ante el reducido valor generado y el cambio de los planes de negocio, tuvieron poco interés por la compañía argentina. En dicho escenario, no se ejecutó la inversión necesaria para dar continuidad a Nahuelsat S.A. en el mercado de operaciones satelitales argentino.

Estas tensiones externas que redujeron los niveles de inversión en Nahuelsat S.A., se complementaron con tensiones internas a la compañía. Nahuelsat S.A. a partir de la necesidad de aumentar el capital disponible, desde un inicio sumó nuevos socios a los originales, adjudicatarios del Pliego de Licitación. La división de los socios, entre nuevos y originales, no sólo se vio reflejada en el proceso decisorio, sino en la posición adoptada por cada uno, ante un escenario con condiciones dinámicas.

Ante la apertura comercial en Argentina y en el resto de los países de Latinoamérica, se registró en el seno de los socios accionistas una tensión respecto al cumplimiento de las obligaciones contraídas con el Estado argentino. Por un lado, los socios originales estaban interesados en aumentar la inversión en Nahuelsat S.A. para el reemplazo del Nahuel 1A y la puesta en órbita del Nahuel 2, y así dar continuidad a la empresa por el período licitado. Éstos, mediante la firma del Pliego de Licitación, estaban obligados a satisfacer las obligaciones contraídas, sujetos a la ejecución de múltiples garantías por parte del Estado. Por otro lado, los nuevos socios, desde una perspectiva comercial, consideraban que, ante el cambio de las condiciones impuestas por la regulación en el mercado de servicios satelitales, la empresa estaba exenta de garantizar lo firmado en el Pliego de Licitación (D. Santos, comunicación multimedia, 08 de mayo de 2020). Este último posicionamiento puede entenderse en relación a la asimetría de poder existente entre estas grandes corporaciones y el Estado argentino.

Esta tensión se mantuvo en el tiempo, y se profundizó ante la crisis económico-financiera de principios del siglo XXI, con la consiguiente ausencia de proyectos para la ocupación de la posición 81°O y para el reemplazo del Nahuel 1A tras el fin de su vida útil, estimada en 12 años desde su puesta en órbita. Esta tensión atravesó a los empleados de Nahuelsat S.A., especialmente aquellos que formaban parte de su dirección.

Si bien la empresa mantuvo como característica, la colocación de personal europeo en los puestos jerárquicos, a inicios del siglo XXI, la presidencia y vicepresidencia de la compañía recayó en manos de profesionales argentinos. Además, los síndicos titulares eran locales. Dicha acción daba cuenta del distanciamiento existente entre las empresas accionistas europeas y el manejo de Nahuelsat S.A. Sin embargo, el Directorio permaneció dominado por los representantes de las firmas accionistas originales (Memoria y Balance de Nahuelsat S.A. 2001-2005).

Un análisis más detallado, de la conformación del Directorio titular de la empresa permitió concluir que tuvo lugar una dinámica similar. Mientras hacia el 2001, los representantes alemanes de EADS dominaban el Directorio, hacia el 2005, la mitad del

Directorio estaba constituido por profesionales argentinos, seguidos por sus pares franceses, quienes habían aumentado su representación en Nahuelsat S.A. en función del predominio ejercido en el segmento satelital de EADS (Memoria y Balance de Nahuelsat S.A. 2001-2005). Este distanciamiento de los funcionarios respecto de las casas matrices, dificultaba aún más la dirección de la empresa puesto que sus acciones eran divergentes respecto de los intereses de los accionistas. Las múltiples fusiones y adquisiciones empresarias en Europa, así como un cambio en el modelo de negocio invisibilizaba y restaba importancia a la gestión de Nahuelsat S.A. en Argentina.

La tensión e inestabilidad institucional generalizada en Nahuelsat S.A. generó la emigración de mano de obra calificada, principalmente en el área de Ingeniería Satelital. Los ingenieros satelitales poseen una formación muy específica que reduce su inserción laboral a las pocas entidades públicas o privadas en el sector. A fines del siglo XX, en Argentina no existían posibilidades de trabajo amplias puesto que, Nahuelsat S.A. era el único operador privado con presencia en el territorio nacional.

Cuadro Nº 14. Personal técnico de Nahuelsat S.A. (1998-2006)

Área	Nahuelsat S.A. 1998	Nahuelsat S.A. 2006
Administrativa	2	1
Gerencia	1	1
Área Ing. Satelital	7	3
Área Ing. Estación Terrena	3	3
Operaciones de satélite (Ing.)	1	1
Operaciones de satélite (Técnicos)	10	10
Técnicos Estación Terrena	4	4
TOTAL	28	23

Fuente: elaboración propia en base a datos proporcionados por A. Rodríguez, comunicación personal, 16 de abril de 2019

Ante la inestabilidad de la compañía y del país, algunos ingenieros se trasladaron a Europa por las posibilidades de inserción laboral. Las empresas favorecidas por la llegada de ingenieros satelitales argentinos con experiencia operativa fueron principalmente *Telespazio*, *ESA* y *Eutelsat* de Francia. La rápida inserción se debió a los vínculos preexistentes entre los ingenieros europeos y argentinos, forjados durante la etapa formativa en *Aerospatiale*, *Daimler Chrysler* y *Alenia Spazio*.

La disminución de personal calificado en Nahuelsat S.A. no logró revertirse, sino que tendió a profundizarse con la consiguiente pérdida de capacidades tecnológicas. Hacia

inicios del siglo XXI se registró una reducción del personal ingenieril del área satelital del 57% al pasar de 7 ingenieros en 1998 a 3 en 2006 (Cuadro N° 14). En dicho escenario, el personal de Nahuelsat S.A. atravesaba una situación crítica. Por un lado, la jornada laboral era ardua debido a las fallas que registraba el Nahuel 1A en su subsistema de propulsión, lo cual complejizaba las maniobras operativas de control y guiado del satélite. Por otro lado, existían fuertes rumores sobre un posible cierre o venta de la compañía que atentaba contra la estabilidad laboral del personal (Alcaró y Fió, 2015).

En suma, los problemas comerciales y financieros de Nahuelsat S.A. derivados de la escasa venta en masa de ancho de banda en Brasil y México, el cambio en las condiciones de mercado establecidas en Argentina, la competencia de Direct TV, los problemas técnicos del Nahuel 1A y las tensiones entre los accionistas respecto a la ejecución de nuevos proyectos, afectaron la estabilidad y continuidad de la empresa.

4.2. Argentina y un escenario satelital fragmentado (1991-2007)

Durante la década de 1990, el escenario satelital argentino estaba dividido en dos sectores: 1- el de telecomunicaciones, coordinado por empresas de capital extranjero, representado localmente por Nahuelsat S.A., y 2- el de investigación y observación de la Tierra, liderado por CONAE e INVAP S.E. Mientras el estilo de innovación de Nahuelsat S.A. radicaba en la adquisición de tecnología extranjera, CONAE e INVAP S.E. impulsaban la producción nacional de satélites, mediante las misiones SAC. De acuerdo a ello, se pudo identificar la coexistencia de dos tecnologías artefactuales en el sector: “satélites de producción nacional” para la observación de la Tierra y “satélites de producción extranjera” para las comunicaciones.

En torno a la CONAE, surgieron y se alinearon elementos heterogéneos que crearon *funcionamiento* al artefacto “satélite de producción nacional” para la exploración del espacio ultraterrestre y la observación de la Tierra. Primero, el gobierno nacional transfirió recursos físicos y capacidades tecnológicas a la CONAE, e implementó una serie de legislaciones afines, destacándose el Plan Nacional Espacial 1995-2006. Segundo, INVAP S.E. desarrolló un área específica para diseñar y construir la estructura, los equipos y el software de los satélites. Tercero, CONAE firmó un convenio con la Universidad Nacional de Córdoba para la creación del Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gullich, con la función de formar posgraduados en el área satelital. Por último, la CONAE estableció interacciones con el complejo científico-tecnológico nacional y con agencias espaciales internacionales, en especial, con la NASA y la Agencia Espacial Italiana, para la fabricación de las misiones SAC.

En contraposición a este núcleo productivo endógeno, el estilo tecnológico del sector satelital para la provisión de servicios de telecomunicaciones durante la década del noventa se caracterizó por la importación tecnológica. Empresas de capital extranjero dominaban el mercado de operación de las telecomunicaciones en Argentina. En suma, a fines del siglo XX, el desarrollo de capacidades, conocimientos e infraestructura del sector satelital científico y de observación terrestre no generó interacciones con el sistema de telecomunicaciones.

4.2.1. La re-problematización de no ocupar las posiciones orbitales. Flexibilidad interpretativa respecto de los satélites geoestacionarios

La estabilidad de la empresa se vio afectada por los problemas comerciales y financieros derivados de la escasa venta en masa de ancho de banda en Brasil y México, así como por el cambio en las condiciones de mercado establecidas en Argentina y la competencia de Direct TV en la provisión del servicio de televisión directa al hogar. Además, la falta de proyectos para el reemplazo del Nahuel 1A y las indefiniciones de los accionistas respecto a la puesta en órbita del Nahuel 2 favorecieron la puesta en agenda del problema surgido a partir de no ocupar las posiciones orbitales.

En diciembre de 2001, un grupo de diputados presentó un proyecto para revocar los derechos otorgados a Nahuelsat S.A. en base a la falta de inversión y de planes para la ocupación de la posición 81°O (Cámara de Diputados de la Nación, 2001), lo cual cuestionaba la soberanía argentina sobre el recurso órbita/espectro. La crisis económica, política y social desatada en Argentina invisibilizó esta iniciativa y reestructuró las prioridades del Estado, relegando la soberanía satelital.

En 2002, durante la presidencia interina de Eduardo Duhalde se fue manifestando un cambio en el modelo económico. Para ello estableció un programa cuyo eje eran los sectores productivos como la industria, el agro y la construcción. El instrumento principal de política económica del nuevo programa fue la devaluación de la moneda, lo cual se alcanzó mediante la derogación de la convertibilidad y la paridad cambiaria. Ello permitiría, al reducir los costos laborales locales, recuperar la competitividad externa y como sustitución de importaciones indirecta, cierto dinamismo del mercado interno. Tras la asunción de Roberto Lavagna como ministro de economía, el programa de recuperación continuó, aunque presentó algunas variaciones, siendo la más relevante el cambio de posición del Estado argentino respecto a las políticas del Fondo Monetario

Internacional. La alineación de intereses con el FMI dejó de ser prioritaria y se decidió que no se solicitarían nuevos fondos (Zicari, 2017).

Hacia el año 2003 aún no se había ocupado la posición 81°O y el otorgamiento de plazo de la UIT estaba próximo a vencer (Moreno, 2016). Por ello el Reino Unido, entre otras naciones, iniciaron gestiones ante la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT con pretensiones de explotación de la posición 81°O. En ese entonces, en un escenario internacional favorable, Argentina continuó el proceso de recuperación de la crisis y en 2003 se produjeron elecciones y llegó al gobierno una administración que, inspirada en ideas autonomistas y de impulso endógeno asociables al tecno-nacionalismo, generó políticas públicas que favorecieron una dinámica virtuosa de crecimiento económico e impulsaron el sector tecno-productivo. Por un lado, el gobierno nacional incrementó la inversión pública. Por otro lado, se incentivó la demanda mediante la recomposición del salario mínimo vital y móvil. Como consecuencia de ambas iniciativas se registró a partir de 2003 una recuperación del mercado interno materializado en la generación de puestos de trabajo; reconstrucción de la institucionalidad laboral -vigencia de los convenios colectivos de trabajo y homogeneización salarial y jubilatoria-; y expansión del ingreso mediante el aumento del salario real, el fortalecimiento de las políticas sociales y redistributivas hacia los trabajadores y sectores vulnerables excluidos. Simultáneamente, a partir de dicho año se registró un crecimiento en la producción industrial y en la construcción, en la cantidad de empresas en distintas ramas de actividad, y en las exportaciones de bienes manufacturados (Porta, Santarcángelo y Schteingart, 2017). Esto permitió revertir en parte el proceso de desindustrialización impuesto durante los años de la Convertibilidad (Castells y Schorr, 2015).

La política macroeconómica que sostuvo el crecimiento del sector industrial se basó en el mantenimiento de un tipo de cambio real elevado, el cual garantizaba una estructura de precios relativos favorable a los bienes manufacturados; el cobro de retenciones a las exportaciones primarias, lo cual garantizaba la adquisición de divisas internacionales en el Tesoro; y un fortalecimiento en los controles de ingreso de capitales a corto plazo, como herramienta para desalentar la inversión especulativa (Kulfas, 2017).

En dicho escenario político-económico, el gobierno nacional produjo una reivindicación y promoción del campo científico-tecnológico, relegado durante las administraciones liberales. Al mismo tiempo que se recuperaron los niveles de inversión en I+D, se elaboraron planes estratégicos a mediano y largo plazo. Los objetivos de estos planes eran orientar la I+D a los problemas de la sociedad; crear conocimientos que permitieran una explotación responsable de los recursos naturales nacionales; fomentar la

modernización tecnológica, así como la vinculación entre los sectores científico-tecnológicos y productivos, industrial y agropecuarios. Por último, se planteaba la necesidad de aumentar la base científica y las capacidades tecnológicas locales (Albornoz y Gordon, 2011).

En el campo espacial, CONAE e INVAP S.E. avanzaron en la planificación y materialización de nuevos proyectos satelitales: las misiones SAOCOM, SAC-D/*Aquarius* y Sabiamar. En dicho escenario, la Secretaría de Comunicaciones reidentificó y planteó el problema sobre la falta de ocupación de las posiciones orbitales ante el Ministerio de Planificación Federal. Si bien Argentina atravesaba una situación crítica, que exigía la toma de decisiones en múltiples frentes, los intereses de la Secretaría de Comunicaciones se alinearon con el Ministerio de Planificación Federal y la Presidencia de la Nación (Moreno, 2016). Ello posibilitó visibilizar nuevamente el problema generado por no ocupar las posiciones orbitales y diseñar como solución, un proyecto que contemplaba la puesta en órbita de satélites geoestacionarios diseñados localmente.

Hacia 2004 pudo identificarse un alto grado de flexibilidad interpretativa respecto del artefacto “satélite geoestacionario”. Por un lado, los directivos de Nahuelsat S.A., alineados con los socios accionistas que mantenían interés por la puesta en órbita de un satélite en la posición 81°O consideraban que la importación de tecnología satelital era adecuada a las condiciones socio-tecno-productivas de un país latinoamericano, como la Argentina. En función de ello, convocaron un concurso internacional, al cual se presentaron cinco de los más importantes proveedores satelitales. En cambio, los funcionarios del poder ejecutivo nacional y la Secretaría de Comunicaciones, consideraban que la importación de artefactos satelitales no era una estrategia adecuada a las pretensiones autonomistas e industriales del gobierno nacional.

Para el sector privado de servicios, la tecnología que funcionaba era el artefacto “satélite geoestacionario de producción extranjera”, una mercancía construida por empresas con cuatro décadas de trayectoria en el sector. Durante la primera década del siglo XXI, las empresas privadas locales y extranjeras no estaban interesadas en invertir y desarrollar artefactos satelitales geoestacionarios en Argentina. El artefacto “satélite geoestacionario de producción nacional” era considerado inviable, es decir, no funcionaba debido a las altas exigencias de su construcción, los elevados riesgos a los que estaba sometido el satélite a lo largo de su vida útil, el cumplimiento de exigentes estándares de calidad y la ausencia aparente de empresas locales con trayectoria en el sector, capaces de producirlos y operarlos.

Un modelo de desarrollo inclusivo y la recuperación de las bases industriales locales llevaron al gobierno nacional a la construcción de no-funcionamiento al “satélite geoestacionario de producción extranjera”. Mientras distintos actores sociales defendían la producción nacional en discusiones parlamentarias y mediáticas, el Poder Ejecutivo nacional estableció regulaciones comerciales, exenciones impositivas, y convenios productivos que derivaron lentamente en la construcción de funcionamiento al “satélite geoestacionario de producción nacional”.

Para los representantes del poder ejecutivo con el objetivo de fomentar el desarrollo tecno-productivo y defender la soberanía, el artefacto “satélite geoestacionario de producción nacional” funcionaba pues representaba la oportunidad de reencauzar la economía argentina por el sendero de la industrialización junto al desarrollo de recursos materiales y humanos locales. Asimismo, se esperaba que las capacidades generadas contribuyeran a la complejización de la estructura tecno-productiva.

4.2.2. La inversión pública como estrategia de ocupación de las posiciones orbitales

La alineación de intereses de la Secretaría de Comunicaciones, el Ministerio de Planificación Federal y la Presidencia de la Nación favorecieron el ingreso de la problemática sobre la falta de ocupación de las posiciones orbitales en la agenda política. Como primera medida, el gobierno nacional revocó la Resolución SC N° 2.593/98 que otorgaba derechos de coordinación sobre la posición 81°O a Nahuelsat S.A., por considerarla ilegítima.

Revócase, por razones de ilegitimidad, la Resolución N° 2593 del 27 de noviembre de 1998, mediante la cual se asignó el uso de la posición orbital de 81 grados de longitud oeste y las bandas de frecuencias asociadas coordinadas por la República Argentina a Nahuelsat S.A., en su carácter de adjudicataria del concurso público nacional e internacional llevado a cabo para el diseño, construcción y puesta en marcha de un sistema de satélite nacional multipropósito en el servicio fijo por satélite, establecido por el Decreto N° 1321/92 (Res. SC N° 188/2004).

Ante la falta de divisas extranjeras para la compra de un satélite, en un período que estuvo marcado por el *default*, el secretario de Comunicaciones estudió un proyecto de desarrollo local que al mismo tiempo que solucionaba el problema en el espacio ultraterrestre y promovía la generación endógena de capacidades. Dicha iniciativa

recuperaba ideas de desarrollo industrial, compartidas por algunos actores al interior del Estado.

En 2004, el gobierno nacional, inició gestiones en la UIT para el establecimiento de una segunda prórroga de ocupación (Res. SC Nº 188/2004). En función de ello, la Secretaría de Comunicaciones elaboró un proyecto repartido en dos carpetas, en el cual se planteaba: 1- la crítica situación económica argentina y 2- un plan de desarrollo de un sistema satelital local, preparado por la CONAE (Propuesta de Misión Satelital Geoestacionaria de Comunicaciones, 2004).

Le hicimos dos carpetas explicándoles a los de la UIT, que son dos representantes por continentes y dos que se eligen al azar de países. Son elegidos también por la entidad que coordina las comunicaciones en cada continente... Había que explicar a esos doce que nos tenían que volver a dar un tiempo más, le explicamos la situación económica, dada una fuerza mayor... pero no lo podíamos hacer nosotros, lo tenía que hacer nuestra cancillería. Nuestra cancillería trabajó extraordinariamente bien (...) se movieron y trabajaron con pasión y patriotismo. Sin ellos no lo podríamos haber hecho. No era solo la carpeta, después había que explicarle, era un trabajo de puntero... Hicimos doce de esos trabajos (G. Moreno, comunicación personal, 23 de diciembre de 2019).

Dicho proyecto fue presentado y explicado por la Cancillería argentina, ante los miembros de la UIT, para su evaluación. La reunión en Ginebra fue favorable a los intereses argentinos, puesto que la UIT otorgó un año de plazo para la ocupación de la posición 81°O. La ocupación de una posición orbital tiene lugar cuando tres estaciones en tierra registran una comunicación con el satélite, puesto que dichas señales dan cuenta de las coordenadas del artefacto en el espacio ultraterrestre.

En marzo de 2005, el secretario de Comunicaciones inició gestiones en China, con el objetivo de comprar los componentes necesarios para el desarrollo del satélite propio.

Era más barato lanzarlo, fabricarlo con componente chinos. Pero resulta que cuando volví, de esa negociación con los chinos, me piden una entrevista la embajada y me dice "está todo bien, lo puede hacer con los chinos, pero quien se lo va asegurar. No le tenemos mucha confianza. Ustedes no tienen mucha experiencia, y si falla". Nos convencieron y lanzaron los franceses (Moreno, 2016).

En agosto del mismo año, por cuestiones de costos y por antecedentes previos, los funcionarios argentinos visitaron la empresa Telesat S.A. de Canadá para alquilar un satélite que asegurara la posición 81°O (Cabot y Olivera, 2011). Ambas iniciativas fueron obstaculizadas. Respecto a la primera iniciativa, la asociación con China no prosperó, en parte por cuestiones de aseguramiento de producto impuestas por los *brókeres* de seguros que participaron en el proyecto (Moreno, 2016). Además, el distanciamiento cultural existente entre los ingenieros locales y sus pares chinos dificultaba la circulación de conocimientos y la generación de las capacidades endógenas necesarias para el desarrollo de un sistema satelital nacional y un nuevo sector industrial en Argentina (Rodríguez, 2019).

Respecto a la segunda iniciativa, Argentina estaba interesada en alquilar el satélite Anik-E2, un artefacto que estaba fuera del control orbital, debido a los efectos de degradación que sufrieron los componentes electrónicos por la acción de los electrones de alta energía en el espacio (Cabot y Olivera, 2011). Si bien el satélite no presentaba condiciones óptimas para la operación, resultaba central para los planes satelitales de varios Estados, entre los cuales estaba Argentina. Venezuela, debido a la mayor disponibilidad de moneda extranjera, alquiló el satélite Anik-E2 con el consiguiente aseguramiento de su posición asignada, 67°O. A partir de dicha acción, dado que el satélite, si bien de propiedad canadiense estaba en manos del Estado venezolano, la Secretaría de Comunicaciones inició gestiones con el poder ejecutivo de dicho país para la sesión de derechos de uso sobre el artefacto.

Empezamos a llamar a la embajada, al consulado para explicarles y que entendieran lo que les estábamos pidiendo. Entendieron. Pero entendieron en el límite, cuando ya no nos quedaba. El comandante dijo si, al cual ya conocía. Llamó y dijo si lo piden, dénselo y nos lo dio. Los canadienses nos dieron el satélite y luego hizo la transmisión el día antes que vencía el plazo que nos dio la UIT para perder la posición (G. Moreno, comunicación personal, 23 de diciembre de 2019).

Si bien Venezuela garantizaba, en última instancia la sesión de derechos de uso sobre el satélite, los ingenieros de Telesat S.A. otorgaron el apoyo técnico necesario. Ellos fueron responsables de realizar los cálculos del combustible a disposición, para apoyar la iniciativa argentina de trasladar el satélite desde la posición 67°O a 81°O. El Anik-E2, un satélite geoestacionario de propulsión química, tenía la mitad de su peso en combustible, el cual le permitía mantenerse operativo en la órbita. Desde el diseño, los

ingenieros calcularon el combustible necesario para la desorbitación del artefacto luego de su vida útil, es decir para su traslado desde una órbita activa a otra denominada cementerio. Telesat S.A., mediante complejos cálculos determinó que el Anik-E2 estaba en condiciones de ser trasladado a la órbita asignada a la Argentina y luego, desorbitado.

Argentina, mediante la Secretaría de Comunicaciones alquiló el Anik-E2 a Venezuela por U\$S 2,1 millones (Moreno, 2016). Dicho artefacto no sólo permitió ocupar la posición asignada, sino que materializó la ideología del gobierno nacional.

Le pusimos PP a ese satélite. Para ser identificado en el espacio y para que perteneciera al estado argentino le teníamos que dar un nombre, y saqué una resolución. Yo le puse PP01. Le puse (Clarín lo descubrió) Pueblo Peronista (Moreno, 2016).

El satélite fue puesto en órbita el 17 de octubre de 2005 y denominado PP01, como siglas de "Pueblo Peronista 01". La asociación de ciertos artefactos a símbolos partidarios no fue una acción nueva, ni solamente utilizada por la administración de gobierno en el poder, sino que constituyó una estrategia recurrente a lo largo de la historia argentina. Dicha asociación dio cuenta del carácter político de la tecnología (Picabea y Thomas, 2015).

El satélite PP01 se mantuvo pocos días activo luego de que ocupara la posición 81°O, para luego ser desorbitado. Si bien la decisión política de alquilar el Anik-E2 fue interpretado como un derroche de divisas, en un escenario de escasez, permitió garantizar el uso y la explotación de recursos en el espacio ultraterrestre en un momento en que no era viable garantizarlo mediante la compra de un satélite extranjero, o el diseño y la producción local del mismo.

Dos días más tarde, venció el plazo dado por la UIT. Ante la puesta en órbita del satélite PP01, Argentina se aseguró el tiempo necesario para el desarrollo del sistema satelital propio. Sin embargo, Gran Bretaña, con interés en la posición 81°O, denunció que dicho satélite, si bien estaba en órbita, no había emitido señal alguna (Cabot y Olivera, 2011). Ante dichas acusaciones, la Secretaría de Comunicaciones y la Cancillería argentina volvieron a reunirse en Ginebra con los representantes por continente de la UIT.

Teníamos que hacer un plan de negocios, donde íbamos a lanzar un satélite en tiempo y forma y donde le decíamos que lo íbamos a fabricar en casa.

Hicimos todo eso y fuimos a la UIT, a intentar ganarle 12 a 0 de nuevo. Volvió a trabajar la cancillería y volvió a trabajar extraordinariamente bien, le mandamos el plan de negocios de ARSAT. Les volvieron a explicar que íbamos a poner un satélite en órbita...

Viajé a Ginebra porque había algunos delegados de continentes que no los podíamos encontrar porque estaban de viaje. Sí los íbamos a encontrar para la reunión. No me dejaban participar, porque el secretario de comunicaciones, ¿Quién era? Nadie. Me senté en la antesala de la oficina donde iba a ser la reunión y le pedí al embajador de Ginebra que tratara de averiguar cuando llegaban, si podía tener una reunión antes de que entraran. A los dos o tres, que no habíamos podido encontrar los charlamos ahí (G. Moreno, comunicación personal, 23 de diciembre de 2019).

Dicha reunión fue nuevamente favorable a los intereses argentinos, puesto que, mediante diversas presentaciones, se confirmó la señal emitida por PP01 a tres estaciones en tierra, se presentó y aprobó el plan de negocios de la empresa ARSAT S.A., encargada de la operación de los satélites. Por consiguiente, Argentina quedaba habilitada para el desarrollo de un sistema satelital nacional a ocupar la posición 81°O.

4.3. La creación de ARSAT S.A.

En abril de 2006, a través de la Ley N° 26.092/06 el gobierno nacional creó la Empresa Argentina de Soluciones Satelitales Sociedad Anónima (ARSAT S.A.) perteneciente en un 98% al Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, y el 2% restante al Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, para la defensa y explotación de los recursos espaciales de telecomunicaciones. ARSAT S.A. contó con un capital social inicial de \$50 millones provisto por el Estado nacional, mediante la Comisión Nacional de Comunicaciones (ARSAT S.A.). A partir de allí, con el objetivo de ser económica y financieramente rentable, la entidad se financió, hasta la venta de los servicios de su objeto social, mediante colocaciones en activos financieros (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2006).

El artículo 8 de la Ley le otorgó a ARSAT S.A. los derechos de uso de la posición orbital 81°O y las bandas de frecuencia asociadas, C y Ku. Según el Estatuto de la compañía, las funciones explícitas de ARSAT S.A. eran

- a) realizar el **diseño, desarrollo, construcción en el país, lanzamiento y/o puesta en servicio de satélites geoestacionarios de telecomunicaciones**

en posiciones orbitales que resulten o que resultaren de los procedimientos de coordinación internacionales ante la UIT y bandas de frecuencias asociadas.
b) ejecutar la correspondiente **explotación, uso, provisión de facilidades satelitales y/o comercialización de servicios satelitales** y/o conexos (Art. 4 Estatuto de ARSAT S.A.).

El documento establecía, como las políticas públicas de mediados del siglo XX, una relación directa entre la producción de ARSAT S.A. y la defensa de la soberanía nacional en el espacio ultraterrestre, mediante la ocupación de los puntos orbitales asignados. Asimismo, delineaba la política industrial del gobierno, tendiente al desarrollo de capacidades tecno-productivas endógenas mediante el dominio de varios eslabones en la cadena productiva de los satélites geoestacionarios.

El desarrollo de una empresa estatal en un área prioritaria, como las telecomunicaciones, puso de manifiesto que el gobierno nacional tenía pretensiones de redirigir la economía argentina hacia un modelo económico basado en el desarrollo industrial con base científico-tecnológica. Si bien, ARSAT S.A. constituyó una empresa pública, el gobierno nacional pretendía fomentar la participación privada nacional e internacional en el proyecto satelital de comunicaciones.

Aumento de capital. A los fines del cumplimiento del objeto social el capital deberá ser aumentado por decisión de la Asamblea de accionistas, a través de la creación y emisión de Acciones clase "A", "B" y "C". (...)

Acciones clase B: corresponderá su titularidad a los que resulten Adquirientes de las mismas a través del Concurso Público Nacional e Internacional y/o iniciativa privada y/o mediante la Oferta Pública de acciones en la Bolsa de Comercio de Buenos Aires y/o en los mercados bursátiles nacionales e internacionales (Art. 7, Estatuto de ARSAT S.A.).

Más allá del interesamiento del sector privado, el Estado actuó como promotor y coordinador de todo el proyecto. Al igual que otros sectores industriales -automotriz, aeronáutico, nuclear, o insumos de uso difundido entre la década de cuarenta y sesenta- las características del emprendimiento requerían capital y una fuerte coordinación interinstitucional, debido a: 1- el alto costo de inversión; 2- los prolongados plazos necesarios para el desarrollo de un satélite geoestacionario; 3- los riesgos presentes en las distintas etapas del proceso productivo, 4- la decisión no sólo de ocupar la posiciones en el espacio, sino de generar eslabonamientos productivos en el país a partir del diseño y fabricación de un sistema de satélites y 5- los prejuicios de los funcionarios del

gobierno nacional acerca del sector privado y su estilo de innovación basado en la importación tecnológica.

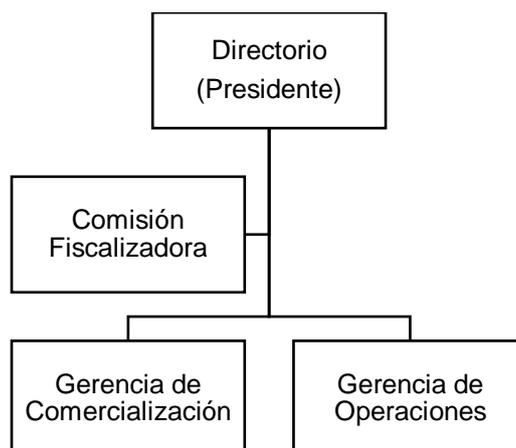
El aumento de capital que preveía el Estado en el Estatuto de la firma, no se traducía en una pérdida de coordinación y dirección de su parte, sino en la conformación de una empresa de capitales mixtos en un área prioritaria de la economía.

ARSAT S.A., según el Estatuto estaba organizada en un Directorio con amplios poderes y atribuciones para la administración de la compañía. El Directorio estaba formado por cinco miembros titulares y cinco miembros suplentes. Las funciones ejecutivas estaban a cargo de un presidente y un vicepresidente nombrados por los miembros del Directorio. Asimismo, existía una Comisión Fiscalizadora compuesta por un mínimo de tres miembros. Los accionistas en función de su participación social proponían los miembros de dicha Comisión.

Mientras la participación estatal en el capital social fuese mayoritaria, la Sindicatura General de la Nación propondrá los funcionarios que en carácter de síndicos integrarán la Comisión Fiscalizadora en representación del Estado Nacional. Esa facultad será ejercida por el Poder Ejecutivo nacional cuando la participación estatal en el capital social fuese minoritaria (Art. 20 Estatuto de ARSAT S.A.).

Si bien el Estado fomentaba el carácter mixto de la empresa, se reservaba atribuciones en la fiscalización de las actividades, en función de sus objetivos más amplios, la defensa de los activos nacionales y el desarrollo de capacidades tecno-productivas endógenas.

Durante el año 2006, el Directorio creó las Gerencias de Comercialización y de Operaciones con el objetivo de generar ingresos mediante la venta de los servicios de comunicación satelital y avanzar en la primera fase de diseño del satélite propio (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2006).

Gráfico N° 9: Organigrama de ARSAT S.A. (2006)

Fuente: elaboración propia en base a Balance General de ARSAT S.A. (2006)

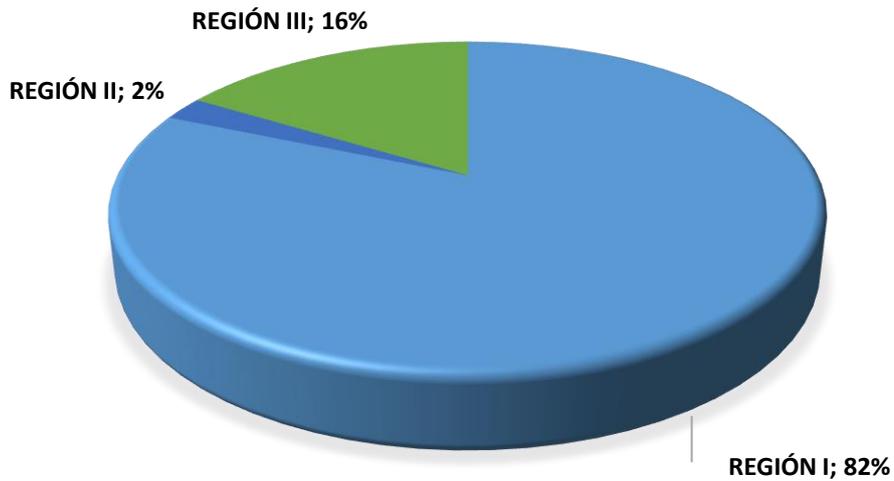
Ese mismo año, el Ministerio de Planificación Federal, Servicios Públicos e Inversión determinó las condiciones de ocupación de la posición 81° O mediante la elaboración de una “Solicitud de Propuestas” (Res. MPFSPI 1869/06). ARSAT S.A. recibió cinco propuestas, siendo elegida la oferta de la firma INVAP S.E. debido a su trayectoria previa, lo cual la constituía “en la única firma nacional que reúne los requisitos de idoneidad exigidos por la alta complejidad de este proyecto” (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2007: 4). En función de ello, ARSAT S.A. firmó un contrato con INVAP S.E. cuyo objetivo fue la definición de los requerimientos de misión e ingeniería básica del primer artefacto del Sistema Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2006).

4.3.1. De Nahuelsat S.A. a ARSAT S.A.: una transición regulada (2006-2007)

En paralelo a las acciones de la Secretaría de Comunicaciones y la recién creada empresa ARSAT S.A. para ocupar la posición 81° O, Nahuelsat S.A. continuó con la operación comercial y técnica del Nahuel 1A.

Nahuelsat S.A., mediante la estrategia de proveer servicios con una atención personalizada, amplió levemente su cartera de clientes. En el año 2007, la empresa registró la venta de la capacidad satelital del Nahuel 1A a 61 compañías, de las cuales 43 eran clientes por contrato y las 18 restante, de manera ocasional (Anexo III, Decreto PEN N° 626/07).

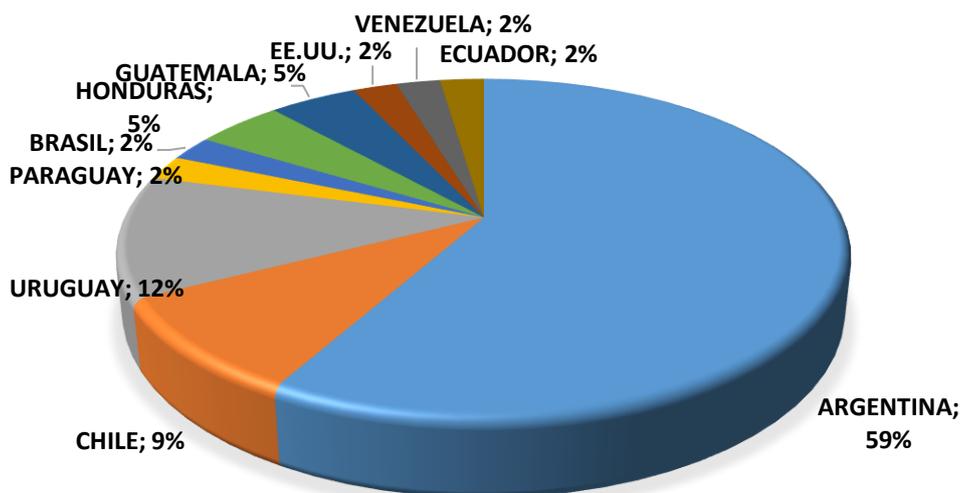
Gráfico Nº 10: Clientes por contrato de Nahuelsat S.A. por región (2007)



Fuente: elaboración propia en base a Decreto PEN Nº 626/07. Anexo III.

Según el gráfico Nº 9, del total de los clientes por contrato, el 82% se concentraban en la Región I conformada por los países del Cono Sur a excepción de Brasil; el 2% en la Región II, la cual comprendía Brasil; y el 16 % restante en la Región III, la cual cubría el resto de América Latina y EE.UU. con el haz dirigible del Nahuel 1A.

Gráfico Nº 11: Clientes por contrato de Nahuelsat S.A. por país (2007)

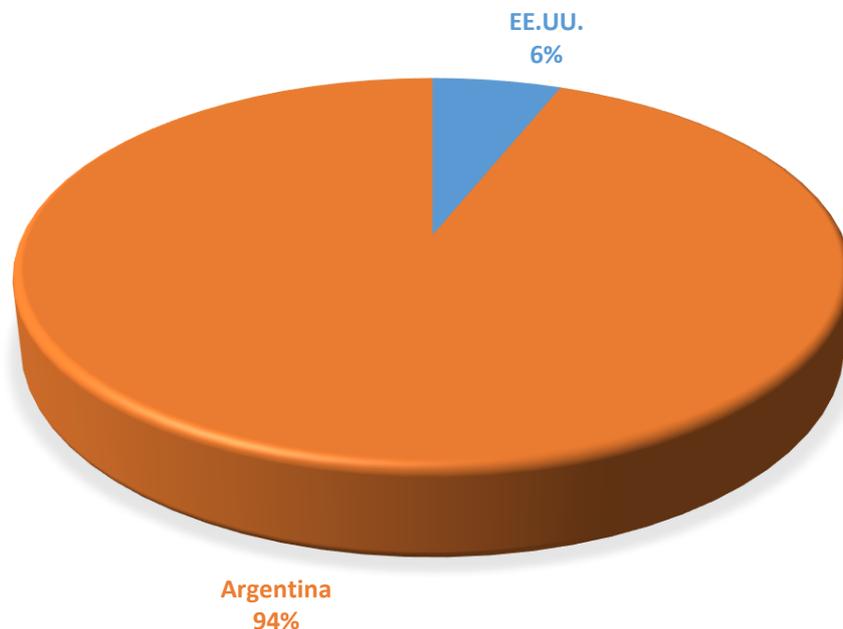


Fuente: elaboración propia en base a Decreto PEN Nº 626/07. Anexo III.

El análisis de dichos datos en función del país de origen de los clientes, permitió observar que, si bien en el cono sur se encontraba el 81% de los mismos, tales clientes estaban radicados en sólo cuatro países: Argentina, Uruguay, Chile y Paraguay, concentrándose en el primero, el 59% del total. Entre los clientes de Nahuelsat S.A. en Argentina se contabilizaban canales de televisión privados (América TV S.A., Canal Rural Satelital S.A., CAS TV S.A.) y públicos (Canal 9 Río Gallegos, TV Canal 3, Canal 7 de Rawson), telefónicas (Telecentro S.A., Telecom Argentina S.A., Telefónica DATA Argentina S.A., Telefónica de Argentina S.A.), la Comisión Nacional de Comunicaciones, CMA Consult Métodos Asesoría e M. Ltda., Comsat Argentina S.A., EMSAT de Estanislao Cordo, Estrella Satelital S.A., Impsat S.A., Multimedios SAPEM de Misiones, Red Intercable S.A., Servicio Satelital S.A., Sistemas Electrónicos de Seguridad S.A., Telearte S.A., Telespazio Argentina S.A., Televisión Federal S.A. y Velconet S.A. (Decreto PEN N° 626/07).

El 16% de la cartera de clientes de Nahuelsat S.A. pertenecientes a la región N° 3 estaban radicados en Honduras (5%), Guatemala (5%), EE.UU. (2%), Venezuela (2%) y Ecuador (2%), no registrándose concentración alguna.

Gráfico N° 12: Clientes ocasionales de Nahuelsat S.A. por país (2007)



Fuente: elaboración propia en base a Decreto PEN N° 626/07. Anexo III.

En cuanto a los clientes ocasionales, se observó la misma tendencia general de concentración en la región del cono sur, y en particular en Argentina. Sólo un 6% de los

contratos con clientes ocasionales se ubicaba en la región III, específicamente en los EE.UU., no contabilizándose clientes ocasionales en Brasil.

En 2007, Nahuelsat S.A. continuó con la operación comercial y técnica del Sistema Nahuel. En simultáneo, los funcionarios de ARSAT S.A. y la Comisión Nacional de Comunicaciones iniciaron en forma conjunta, gestiones ante los directivos y accionistas de Nahuelsat S.A., para la extinción de la relación contractual y la transferencia de los activos de dicha empresa al Estado nacional (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2007).

El acercamiento entre una entidad del Estado, ARSAT S.A. y Nahuelsat S.A. fue significativo para los tres actores. Para el Estado, las interacciones entre ambas empresas posibilitaban materializar el proyecto de ocupación y explotación de las posiciones orbitales. Para los funcionarios de ARSAT S.A., dado que desconocían, mayormente, el funcionamiento y la dinámica del sector satelital de telecomunicaciones, las interacciones con sus pares de Nahuelsat S.A. resultaron fundamentales para la comprensión de la unidad de negocio y los desafíos a los que se enfrentaban. Para los accionistas de Nahuelsat S.A., representó una salida a las obligaciones y garantías contraídas contractualmente (D. Santos, comunicación multimedia, 08 de mayo de 2020).

En dicho escenario, el gobierno nacional, con el objetivo de asegurarse el liderazgo local en el desarrollo de las tecnologías de comunicación satelital, desarrolló una serie de políticas públicas sectoriales. En primer lugar, sancionó la Ley Nº 26.224/07, la cual eximía a ARSAT S.A. de todos los impuestos nacionales, incluidos el valor agregado e impuestos internos que gravaban la importación para el consumo. En segundo lugar, dictó el Decreto PEN Nº 626/07, el cual determinó la transferencia de los recursos de Nahuelsat S.A. a ARSAT S.A., los cuales incluían: el satélite Nahuel 1A; la Estación Terrena ubicada en Benavidez; el equipamiento *back up*, ubicado en Bosque Alegre; los derechos exclusivos para operar comercialmente la posición 72ºO y sus bandas de frecuencias asociadas; el personal técnico y la cartera de clientes de Nahuelsat S.A. (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2007).

En consideración del Acta Acuerdo firmado, tanto los accionistas de Nahuelsat S.A. como el Estado nacional quedaron liberados de las obligaciones contraídas en el Pliego de Licitación, mediante la renuncia a reclamos posteriores, entre ellas una indemnización (Art. Nº1 del Acta Acuerdo, 2007).

Los accionistas de Nahuelsat S.A., en función de la tenencia de acciones -EADS 66,67% y Finmeccanica 33,33%- estaban obligados a indemnizar al Estado nacional, ARSAT S.A., u otras entidades públicas vinculadas con la actividad desarrollada por Nahuelsat S.A.

debido a reclamos judiciales o extrajudiciales posteriores ejecutados sobre la empresa y sus activos productivos (Art. Nº4 del Acta Acuerdo, 2007).

La transferencia de los activos de Nahuelsat S.A., materializados en la sanción del Decreto PEN Nº 626/07 y un Acuerdo complementario con ARSAT S.A., permitió: 1- regular la transición entre dos entidades empresarias, y 2- constituir en forma real a ARSAT S.A. como empresa dedicada a la operación satelital, puesto que, hasta dicho momento la empresa no actuaba en torno a la actividad declarada como su capital social (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2007; Memoria y Balance de Nahuelsat S.A., 2009).

El establecimiento de esta política pública no significó la desaparición de Nahuelsat S.A. La firma se mantuvo activa, aunque no estuvo vinculada a la operación satelital hasta el 03 de julio de 2008, cuando los accionistas decidieron disolver y liquidar la sociedad (Memoria y Balance de Nahuelsat S.A., 2009: 3). Pese a ello, en 2009, Nahuelsat S.A. eligió nuevos síndicos titulares con el objetivo de que adoptaran las medidas necesarias durante el transcurso del proceso liquidatorio, tendientes a cobrar los créditos pendientes y a cancelar el pasivo de la entidad (Memoria y Balance de Nahuelsat S.A., 2009: 2).

4.3.2. Grupos sociales relevantes y dinámica problema-solución

En este apartado para explicar el carácter multidireccional y selectivo de los procesos de desarrollo de tecnologías se utilizaron dos conceptos centrales del abordaje socio-técnico. *Grupo social relevante* permite identificar a los miembros de los distintos grupos sociales que compartían el mismo conjunto de significados sobre los satélites de telecomunicaciones, los problemas atribuidos y las soluciones propuestas. Esto permitió, en un segundo nivel mapear un conjunto de relaciones heterogéneas para describir y explicar los patrones de interacciones existentes en torno a los satélites geoestacionarios.

El primer grupo identificado corresponde a los funcionarios del gobierno nacional. Este grupo está conformado por los miembros del Poder Ejecutivo Nacional, la Secretaría de Comunicaciones y una fracción significativa del Poder Legislativo, que veían el artefacto “satélite geoestacionario de producción nacional” como promotor de la soberanía y del desarrollo económico. Al interior de este grupo, había un subgrupo liderado por el Secretario de Comunicaciones que, en función de convicciones ideológicas, consideraba viable la participación privada en el proyecto.

El segundo grupo está conformado por los funcionarios de ARSAT S.A. Para ellos, el satélite geoestacionario de producción nacional implicaba alcanzar independencia tecnológica, económica y financiera; ahorrar divisas mediante la sustitución de los satélites alquilados a las compañías internacionales; y generar flujos comerciales mediante la venta de capacidad satelital mayorista.

El tercer grupo identificado corresponde a la CONAE. Este grupo estaba convencido que en el país existían las capacidades para el desarrollo nacional de satélites geoestacionarios, dada la acumulación de conocimientos en el desarrollo nuclear y de satélites de observación de la Tierra producidos entre CONAE e INVAP S.E. Si bien en 2004 la Agencia presentó un documento bajo el nombre de “Propuesta de Misión Satelital Geoestacionaria de Comunicaciones” la misma no estuvo directamente involucrada en el desarrollo del proyecto Sistema Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones.

El cuarto grupo está formado por los funcionarios de INVAP S.E. El proyecto de construcción de satélites geoestacionarios nacionales representaba la adquisición de nuevos contratos productivos y comerciales en el área satelital. Al interior de este grupo, había un subgrupo formado por los ingenieros de INVAP S.E., para los cuales el proyecto constituía un nuevo desafío respecto a los satélites de órbita baja diseñados y producidos antaño.

El quinto grupo está formado por los directivos de Nahuelsat S.A. Ellos consideraban inviable la construcción de satélites geoestacionarios en la Argentina, por lo que su estrategia fue la importación tecnológica llave en mano. Al interior de este grupo, existía un subgrupo conformado por los ingenieros satelitales locales, quienes debido a su formación y experiencia en las principales empresas satelitales de Europa consideraban imposible la fabricación de satélites geoestacionarios en Argentina. Sin embargo, ante la inestabilidad de los proyectos en Nahuelsat S.A. y el inminente cierre de la empresa, los ingenieros satelitales significaron el Sistema Satelital Nacional como una experiencia única en la que debían participar.

El sexto grupo lo constituyen los accionistas extranjeros de Nahuelsat S.A. Ellos compartían con el grupo anterior la noción de que en Argentina no existían las condiciones para la construcción local de satélites geoestacionarios. Sin embargo, su interés principal radicaba en desentenderse de la compañía, inviable en términos comerciales, económicos y financieros en el escenario mundial de inicios de siglo XXI.

El séptimo grupo identificado está formado por una pequeña fracción del Poder Legislativo Nacional que consideraba inviable la producción endógena de tecnologías

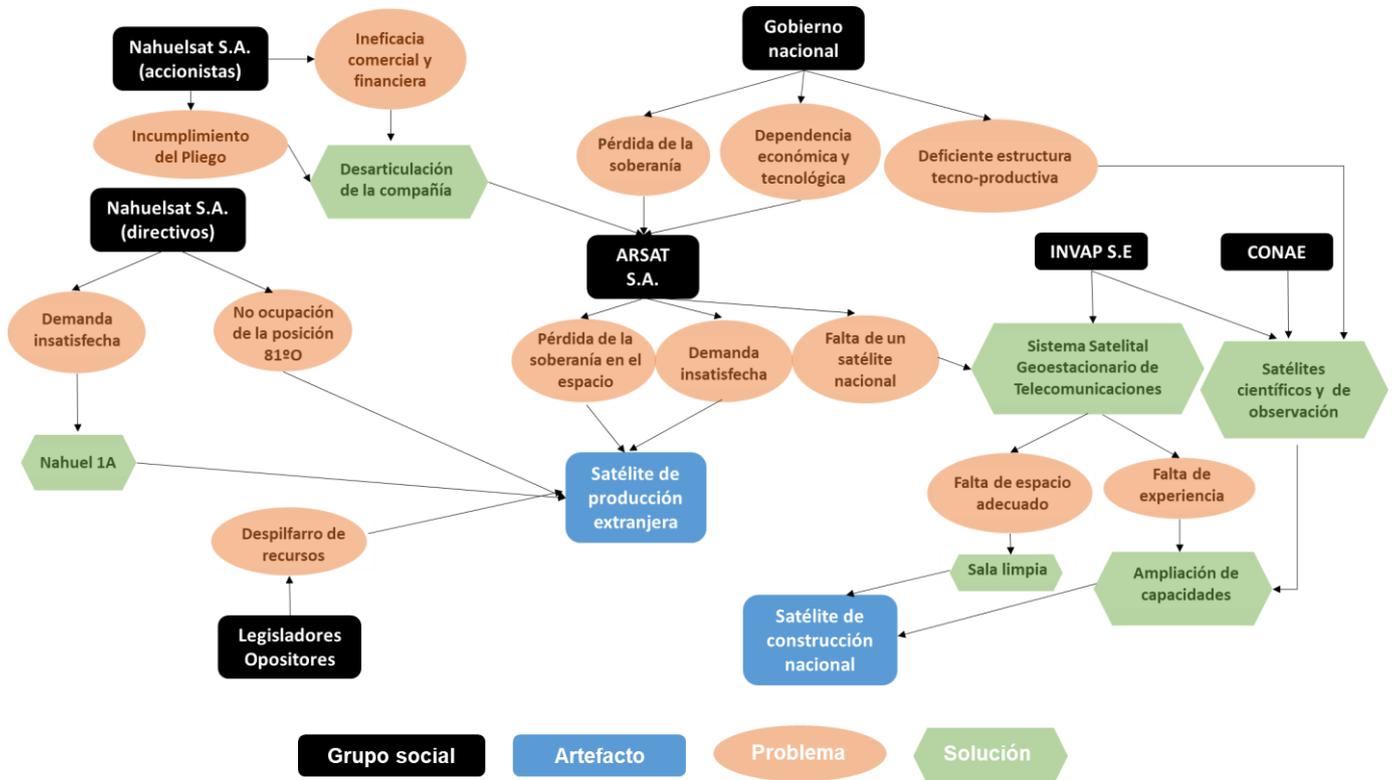
satelitales. Este grupo postulaba que la creación de una empresa satelital constituía un derroche innecesario de recursos.

Los clientes/usuarios de Nahuelsat S.A. participaron de la dinámica socio-técnica al constituir a futuro la cartera de clientes del Sistema Satelital Argentino. Este grupo, inicialmente no estableció significados sobre el “satélite geoestacionario de producción nacional” debido a que dicha tecnología no existía aún, puesto que ARSAT S.A. prestaba servicios mediante satélites alquilados a compañías extranjeras.

Sobre los directivos de Nahuelsat S.A. recaía el mantenimiento del servicio y las posiciones asignadas, que en ese entonces presentaban dos problemas: 1- ofrecer soluciones satelitales a los clientes/usuarios de forma eficiente y 2- dificultad para ocupar la posición 81°O antes del vencimiento del plazo otorgado por la UIT. En función de ello decidieron mantener el estilo socio-técnico basado en la importación de tecnología. El Nahuel 1A solucionó el primer problema, pero sólo parcialmente, puesto que no se ejecutaron los proyectos de reemplazo de dicho satélite. Respecto a la solución del segundo problema, Nahuelsat S.A. convocó a distintas empresas extranjeras fabricantes de satélites para establecer los requerimientos para un segundo artefacto. Para los accionistas, el problema era la ineficacia comercial y financiera de Nahuelsat S.A. así como el difícil cumplimiento de las condiciones impuestas por el Estado en el Pliego de Licitación. Ellos proponían como solución a ambos problemas, deshacerse de la compañía mediante la venta o liquidación de sus activos.

El gobierno nacional identificaba tres problemas: 1- pérdida de la soberanía nacional en el espacio ultraterrestre; 2- dependencia económica y tecnológica y 3- escasa articulación tecno-productiva asociado a la trayectoria de Nahuelsat S.A. Como solución al primero de los problemas, el gobierno nacional concibió la creación de la empresa estatal ARSAT S.A., la cual debía garantizar la ocupación de las posiciones orbitales asignadas. Respecto a los otros dos problemas, el gobierno nacional consideró que el diseño, la construcción y la operación de los satélites geoestacionarios en el país podía resolverlos. Debido a las características concurrentes de la industria satelital y el grado de I+D exigido, el gobierno nacional estimaba que el sector podía generar eslabonamientos tecno-productivos a nivel nacional (diseño y fabricación de componentes, desarrollo de software, insumos específicos, venta de servicios, etc.) y así de esa forma, liderar a nivel subcontinental un área estratégica a la vez que se promovía el desarrollo económico y social del país (Plan Satelital Geoestacionario Argentino, 2015: 64).

Gráfico Nº 14: Grupos sociales relevantes, artefactos y dinámica problema-solución para la producción de satélites geoestacionarios



Fuente: elaboración propia

Para los funcionarios de ARSAT S.A., los problemas a resolver eran tres: 1- garantizar la soberanía nacional con la ocupación de las posiciones asignadas; 2- diseñar la operación para proveer soluciones satelitales a los clientes/usuarios de la ex Nahuelsat S.A.; y 3- establecer los requerimientos para el diseño, construcción y operación de satélites geoestacionarios en el país. Para los dos primeros problemas, la estrategia de los funcionarios de ARSAT S.A. consistió en el alquiler temporario de satélites a compañías internacionales, mediante acuerdos contractuales. La solución para el tercer problema consistió en la firma de un contrato con la empresa INVAP S.E. cuyo fin era el diseño, desarrollo, fabricación, integración y puesta en servicio del Sistema Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones (Memoria y Balance ARSAT S.A., 2007).

Para los funcionarios de INVAP S.E. se presentaron dos problemas: 1- falta de un espacio adecuado para la construcción e integración de los satélites geoestacionarios; y 2- falta de experiencia en tales proyectos. INVAP S.E. inició en sus instalaciones en Bariloche la construcción de una sala limpia acorde a los requisitos y exigencias internacionales

establecidas para la construcción de los satélites de telecomunicaciones y satélites de observación terrestre de masa superior a los 1000 kg. Los ingenieros y técnicos de INVAP S.E. acumulaban amplios conocimientos en la fabricación de satélites de observación terrestre para la CONAE. Ello se constituyó en la base del equipo de trabajo seleccionado y en parte de la solución al segundo problema identificado.

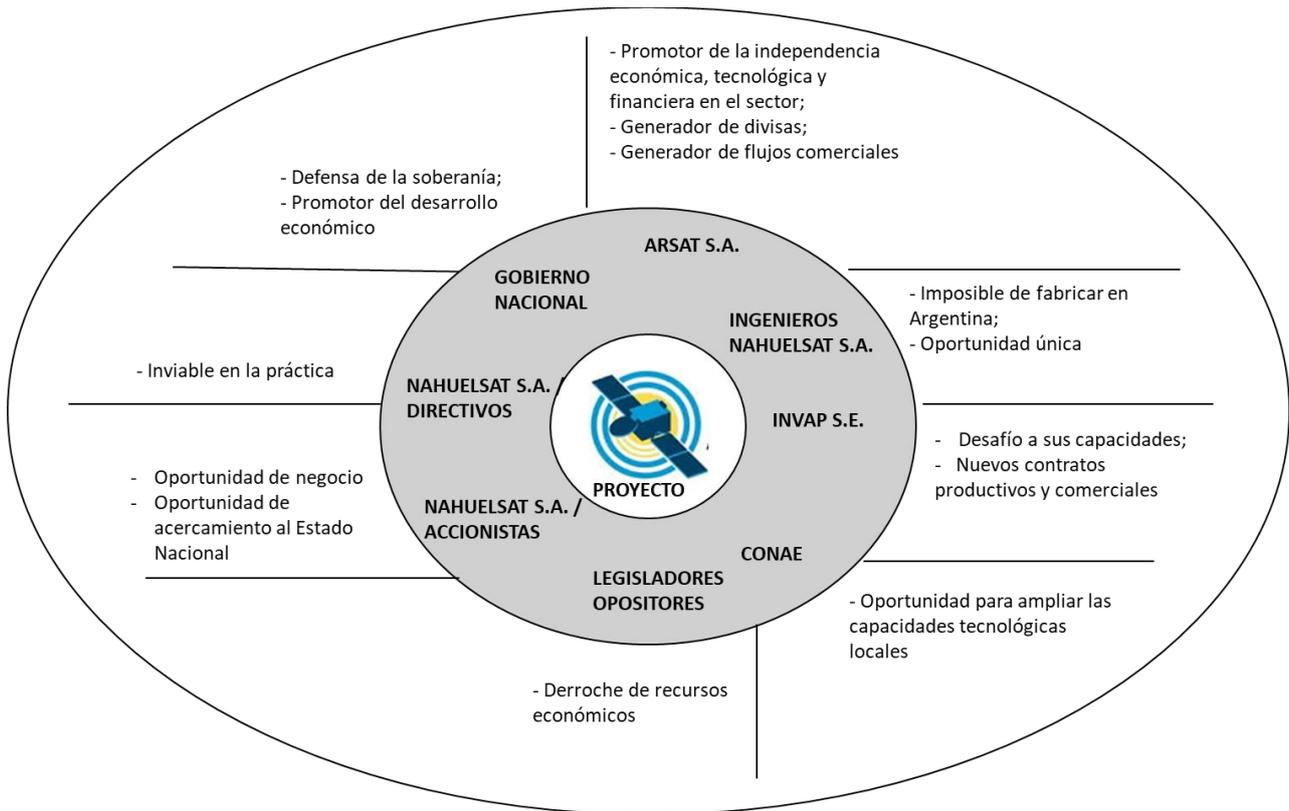
4.3.3. Flexibilidad interpretativa en torno al proyecto satelital de producción nacional

Los distintos significados dados por los grupos sociales relevantes a un artefacto conducen, mediante el análisis de las relaciones problema-solución, a diversos desarrollos tecnológicos. El significado de la tecnología importada "llave en mano" como promotora de la dependencia económica y tecnológica del país llevó al gobierno de 2003 a impulsar un proyecto de diseño y fabricación nacional. Este proyecto tecno-productivo era visualizado entonces como promotor del desarrollo económico y garante de la soberanía nacional en el espacio. ARSAT S.A. además de compartir este último significado, en el transcurso del proyecto lo consideró como una oportunidad para generar divisas y flujos comerciales en un nuevo sector de la economía argentina. Por su parte INVAP S.E. y CONAE figuraron el proyecto como una oportunidad para la ampliación de las capacidades tecnológicas espaciales existentes en el país.

Los accionistas y los ingenieros de Nahuelsat S.A. también establecieron significados respecto a este desarrollo tecnológico. Los accionistas significaron el proyecto nacional como una oportunidad de acercamiento al Estado argentino que permitiera resolver los inconvenientes derivados del incumplimiento del Pliego de Licitación. En paralelo, el proyecto era significado como una oportunidad de negocio, puesto que veían viable su conversión en proveedores del mismo. Los ingenieros de Nahuelsat S.A. significaban el proyecto como una oportunidad única, deseable pero imposible de materializarse por las rigurosas condiciones imperantes en el sector satelital de telecomunicaciones.

Los directivos de Nahuelsat S.A. consideraban inviable la realización del proyecto satelital nacional, mientras que parte de la oposición política argentina lo significaba en términos de derroche de recursos.

Gráfico N° 15: Flexibilidad interpretativa en torno al proyecto satelital local



Fuente: elaboración propia

De igual forma, también existieron distintas significaciones respecto a los satélites de producción extranjera. La visualización del proyecto de construcción local de satélites geoestacionarios como un despilfarro de recursos e inviable en un país semiperiférico y dependiente llevó a parte de la oposición y a los directivos de Nahuelsat S.A. a considerar deseable la adquisición de un satélite de producción extranjera. Por su parte, ARSAT S.A. le otorgó un significado diferente a dicha tecnología. Para la empresa estatal lo más importante era que este desarrollo extranjero permitiría en el corto plazo garantizar la soberanía en el espacio ultraterrestre, así como mantener y ampliar la cartera de clientes mediante la continuidad de los servicios satelitales.

La diversidad de sentidos deconstruye la unicidad de los artefactos, en este caso el proyecto satelital nacional. De acuerdo a ello, no existió sólo un proyecto sino tantos como significados le fueron atribuidos: un *proyecto soberano*; un *proyecto de desarrollo económico*; también un *proyecto inviable*; un *proyecto deseable pero imposible*, entre otros. Estos variados proyectos coexistieron incluso más allá de los procesos de estabilización.

4.4. ARSAT S.A. y la generación de nuevas capacidades

Mediante la sanción del Decreto PEN N° 626/07, ARSAT S.A. adquirió las facultades necesarias para operar comercialmente satélites geoestacionarios, las capacidades desarrolladas por el personal técnico, y múltiples problemas a resolver.

A mediados del año 2007, el Nahuel 1A acumulaba una serie de fallas en su subsistema de propulsión, que atentaba contra el control del satélite en órbita y el período restante de vida útil (A. Rodríguez, comunicación personal, 09 de enero de 2019; H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019; J. Aurelio, comunicación personal, 23 de junio de 2019). Esta falla no era propia del Nahuel 1A, sino que era común a los satélites con el mismo tipo de propulsores.

Habían aparecido fallas en otro satélite, que nos habían notificado, pero en el nuestro no... Tenían los mismos propulsores.

El modelo que teníamos en el Nahuel 1, no fue el único que tuvo problemas con los propulsores. De hecho, casi todos los satélites que tenían esos propulsores tuvieron problemas, fallaban (H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019).

Siete años antes, el contratista principal, *Aerospatiale*, notificó a las empresas operadoras que podían verse afectadas -incluida Nahuelsat S.A.-, acerca de la identificación de una anomalía en el funcionamiento de los propulsores de uno de los satélites bajo su responsabilidad.

Pasó antes en otro satélite. Por eso nos dijeron, “te recomiendo que cambies a usar los motores así, porque de esta manera no va a pasar”. Lo aplicamos e igualmente pasó, porque cuando lo usás se calienta. Hay ciertas cosas que no podés evitar (J. Aurelio, comunicación personal, 23 de junio de 2019).

Como acción preventiva, los expertos de la empresa francesa habían recomendado a las firmas clientes, operar los satélites mediante el control de dos parámetros: la temperatura máxima y la cantidad de pulsos ejecutados con los propulsores (Boado, Aurelio y Nahuys, 2012). Si bien el personal del área de operaciones de Nahuelsat S.A. siguió dichos lineamientos, a inicios del siglo XXI se produjo la primera falla en uno de los propulsores del Nahuel 1A. Dado que el satélite tenía un sistema de propulsión redundante, ante la identificación de la primera falla en uno de los propulsores del set de uso para las maniobras nominales, el personal del área de operaciones de Nahuelsat

S.A., bajo aprobación de *Aerospatiale*, decidió utilizar el set alternativo (Boado, Aurelio y Nahuys, 2012).

Si bien el fabricante aprobó el funcionamiento del set de propulsores redundante, éstos trabajaron a temperaturas superiores a las esperadas. Tres años más tarde de la identificación de la primera falla, el Nahuel 1A sufrió el daño de uno de los propulsores del set redundante. *Astrium* (anteriormente bajo la denominación DASA), la empresa fabricante del subsistema de propulsión, explicó el rápido aumento de los pulsos registrados, debido a un bloqueo parcial en los propulsores, generado por una partícula atrapada en la válvula de sellado. En relación a esta idea, el equipo de operaciones de Nahuelsat S.A., realizó distintas pruebas mediante el envío de pulsos manuales a uno de los propulsores dañados, mientras controlaban la temperatura y la cantidad de pulsos (Boado, Aurelio y Nahuys, 2012).

Para que ese consumo [de combustible] esté calibrado, los orificios deben estar calibrados. Esos orificios tienen unos o-rings (...) Eso está siempre prendiendo y apagando. Entonces eso se calentó y se resquebrajó. Una partícula milimétrica podía hacer varias cosas, podías perder hacia afuera porque el sello estaba roto, o te podía tapar los inyectores. Esa fue la causa raíz (J. Aurelio, comunicación personal, 23 de junio de 2019).

El equipo de operaciones de Nahuelsat S.A. analizó el comportamiento del set de propulsores redundantes del Nahuel 1A. En base a ello, los ingenieros argentinos adquirieron conocimientos, que se complementaron con los generados a partir del análisis de comportamiento de otros satélites con el mismo subsistema de propulsión (Boado, Aurelio y Nahuys, 2012). Los aprendizajes prácticos, el análisis de los datos acumulados y la interacción con los ingenieros de *Astrium*, resultaron relevantes para aumentar los conocimientos referidos al funcionamiento del subsistema de propulsión en condiciones de degradación de los inyectores.

“Pudimos después de analizar bastante el problema, desarrollar una forma de usar igual el satélite con todos los propulsores degradados” (H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019). La acumulación de conocimientos, cada vez en mayor detalle, permitieron a los ingenieros del área de operaciones de Nahuelsat S.A. mantener operativo el satélite Nahuel 1A, aún con varios propulsores degradados.

El sistema de propulsión lo había diseñado Astrium. **Teníamos acceso a todos los diseñadores y fabricantes del sistema de propulsión.** Después la computadora principal del Nahuel 1 la hizo la misma empresa, por lo que **nos abrieron las puertas con los detalles técnicos y los programas de la computadora. Con esa información acá en Argentina pudimos encontrar una forma de operación para hacerlo manualmente.** Teníamos que desactivar la computadora, y el control lo hacíamos a mano. Unos cuatro propulsores habíamos perdido, ya el satélite estaba difícil de manejar. La computadora de a bordo no tenía la capacidad de controlar. Eso fue en el año 2007 (H. Nahuys, comunicación telefónica, 23 de febrero de 2019, el resaltado es propio).

Dado que el fabricante del subsistema de propulsión era accionista de Nahuelsat S.A., mediante EADS, el equipo técnico de la firma argentina tuvo una estrecha interacción con los expertos alemanes, los cuales les proporcionaron acceso a los programas que controlaban la computadora de a bordo del satélite y a mínimos detalles técnicos. Esta apertura, si bien limitada al problema en cuestión, favoreció una gran acumulación de conocimientos en el equipo de operaciones de Nahuelsat S.A. En base a los aprendizajes adquiridos, los ingenieros argentinos en el marco de la transición existente entre Nahuelsat S.A. y ARSAT S.A., desarrollaron como estrategia de control del satélite la operación manual debido a que la computadora de abordó no permitía operar con propulsores tan degradados.

En el aprendizaje de los problemas de propulsión, hubo una integración con el fabricante. **Toda la cuestión operativa de cómo mantener el satélite vivo fue un desarrollo local. Se generaba un procedimiento y se lo mandaban a los franceses para que lo validaran.** Los procesos no estaban dados para que se hicieran procedimientos sin la aprobación del fabricante (A. Rodríguez, comunicación personal, 26 de febrero de 2019, el resaltado es propio).

La operación manual del Nahuel 1A implicó el desarrollo de múltiples procedimientos nominales y de contingencia. Si bien estos constituyeron un desarrollo local, debieron contar con la aprobación de *Astrium* y *Aerospatiale* quienes, en última instancia, eran los responsables del subsistema de propulsión y del satélite respectivamente. Dada la imposibilidad de mantenimiento de los artefactos en el espacio, el alto costo de los equipos en órbita y el riesgo existente en cada una de las misiones, los profesionales de este sector industrial deben ejecutar todas las maniobras tras la recepción de las certificaciones correspondientes.

En diciembre de 2007, las autoridades de ARSAT S.A. con el Nahuel 1A entre sus activos, decidieron mantenerlo operativo. Dado el aumento en el deterioro de los propulsores, el satélite se mantuvo en órbita inclinada, es decir que, el equipo de operaciones no efectuó las maniobras de corrección Norte y Sur (H. Nahuys, comunicación personal, 02 de marzo de 2020). Si bien el satélite mantuvo una *performance* limitada por estos y otros problemas, el artefacto prestó servicios hasta 2010 cuando los funcionarios de la firma decidieron relocalizar el mismo en la posición 81°O, para su posterior desorbitación. El traslado del satélite implicó la realización de numerosas maniobras, no sólo con un subsistema de propulsión degradado sino con una cantidad escasa de combustible (Boado, Aurelio y Nahuys, 2012).

Las fallas que tuvimos en el Nahuel 1 fueron muy importantes porque para resolverlas tuvimos que aprender cuestiones tanto teóricas como prácticas del satélite, como de los subsistemas. Esa información nos la dieron los fabricantes. Toda esa información sirvió en el diseño del ARSAT... hacer el sistema de una forma robusta para que sea resistente a las fallas que nosotros ya habíamos tenido. Hicimos dos satélites, desde el diseño muy robustos y sólidos en cuanto a sistemas de control, a modo de operaciones, en cuanto a sensores y actuadores para no caer en los problemas que tuvimos con el Nahuel 1 (H. Nahuys, comunicación personal, 02 de marzo de 2020, el resaltado es propio).

La resolución de los problemas técnicos del Nahuel 1A favoreció la adquisición de aprendizajes formales y habilidades prácticas entre los ingenieros y técnicos de ARSAT S.A. (ex Nahuelsat S.A.) que resultaron relevantes durante el proceso de diseño y construcción del Sistema Satelital. El equipo de operaciones de ARSAT S.A.: 1- desarrolló conocimientos mediante la realización de pruebas y el análisis de distintas variables, principalmente, los efectos generados sobre los propulsores a partir de la variación de la temperatura; y 2- desarrolló múltiples procedimientos de control manual del satélite en un escenario con propulsores degradados, algo no contemplado en los procedimientos de contingencia elaborados por los fabricantes. En base a la experticia adquirida, los ingenieros de ARSAT S.A. definieron la necesidad de considerar desde el diseño procedimientos y maniobras de control para la operación de un satélite con un grado avanzado de deterioro.

La construcción de capacidades a partir de la resolución de problemas implicó usar de manera rutinaria y creativa los conocimientos disponibles, así como su ampliación sistemática. El equipo de ingenieros de Nahuelsat S.A. contaba con ciertas capacidades

de absorción generadas a partir de la articulación entre los conocimientos teóricos y prácticos acumulados. Dichas capacidades les permitió aprovechar la información que circulaba entre las empresas fabricantes y otros operadores de satélites en torno al problema; poner en práctica procedimientos alternativos y realizar un seguimiento exhaustivo de las variaciones registradas; y modificar las interacciones establecidas con los fabricantes. La falta de soluciones existente ante el problema técnico; la potencial pérdida de los artefactos afectados; las condiciones regresivas de Nahuelsat S.A. en el mercado argentino (Hurtado y Loizou, 2018); los potenciales problemas político-económicos y jurídicos derivados de la falta de ocupación de la segunda posición orbital asignada (Decreto PEN Nº 1321/92; Res. SC 2.593/98); y la atención pormenorizada de los ingenieros argentinos al Nahuel 1A, único satélite operativo en la empresa (Rodríguez, 2019), posibilitaron que las interacciones entre los ingenieros locales y extranjeros se tornaran menos asimétricas.

Las interacciones establecidas con *Aerospatiale* y *Astrium* posibilitaron que los ingenieros locales amplíen los conocimientos teóricos y de funcionamiento del satélite y de los subsistemas. Estos se articularon con nuevos conocimientos generados mediante la práctica local -ensayos, análisis de variables, ejecución de nuevos comandos, entre otros- la cual comprendió el uso creativo de los saberes acumulados. Estos procesos no sólo alteraron las lógicas que dominaban las dinámicas socio-cognoscitivas, sino que flexibilizaron ciertos límites en cuanto a tecnología estabilizada se refiere, siendo estas variaciones capitalizadas localmente con la absorción de nuevas habilidades, entre las cuales se destaca la capacidad de establecer requerimientos técnicos de diseño generales, y de los subsistemas particulares.

4.4.1. Capacidades de gestión

En simultáneo al desarrollo de nuevas capacidades técnicas generadas por el área de operaciones, el equipo del área comercial de ARSAT S.A. (ex Nahuelsat S.A.) desarrolló nuevas capacidades de gestión, las cuales permitieron a la Argentina el sostenimiento de los derechos de uso y explotación sobre la posición 81°O. Por un lado, ARSAT S.A. inició un proceso de migración de clientes. Por otro lado, firmó contratos con grandes operadores en el mercado satelital (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2007).

La migración de clientes fue un trabajo muy costoso y delicado, porque hay que repuntar las antenas del país y del exterior. SES Americom, en la posición 72°O tenía un satélite que apuntaba al hemisferio Norte. Ellos siempre

habían pensado que ese satélite iba a ser un reemplazo del Nahuel 1. La mitad del satélite estaba apagado y tenía una antena apagada. Desde tierra no se necesitaban mover las antenas (D. Santos, comunicación multimedia, 08 de mayo de 2020, el resaltado es propio).

El proceso de migración de clientes posibilitó el desarrollo de nuevas capacidades de gestión en ARSAT S.A., puesto que implicaba la negociación con otras empresas operadoras para el alquiler temporario de capacidad satelital, y requería considerar el trabajo terreno de re-apuntamiento de las antenas de cada cliente para enlazarlas con la señal del satélite interino.

ARSAT S.A. inició en los EE.UU. una negociación con SES Global⁵² para la contratación de la capacidad satelital del satélite GE-6 a precio mayorista, que permitiera migrar los clientes sin re-apuntamiento de las antenas, y continuar con la recaudación por la prestación del servicio (D. Santos, comunicación multimedia, 08 de mayo de 2020).

Debido a que la capacidad satelital contratada a SES Global no alcanzaba a cubrir la cartera de clientes recibida de Nahuelsat S.A., ARSAT S.A. realizó una serie de contratos con INTELSAT, que les permitiera brindar servicios al resto de los clientes, muchos de los cuales estaban ubicados en áreas geográficas que, no serían cubiertas por el PIRE del ARSAT-1 (Santos, 2020). La decisión de contratar interinamente satélites de INTELSAT se debió a dos cuestiones: el gobierno nacional descartó la compra de un satélite “llave en mano”; e INTELSAT brindaba soluciones satelitales en América Latina desde hacía cuatro décadas. Mediante estos contratos, ARSAT S.A. aseguró los derechos de explotación argentinos sobre la posición 81°O y la prestación de servicios sobre el territorio nacional en Banda C (Galaxy-9) y Banda Ku (SBS-6) (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2007; 2008).

En suma, el cumplimiento inmediato de las obligaciones de ocupación, uso y explotación del recurso órbita/espectro, los tiempos de diseño y producción del Sistema Satelital y la conformación de espacios adecuados edilicia y técnicamente para la producción de los satélites geoestacionarios de la flota ARSAT, conllevó la continuidad del estilo de innovación basado en la importación tecnológica de antaño. Sin embargo, dicha dinámica conllevó la adquisición de nuevas capacidades de gestión al interior del área comercial de ARSAT S.A. (ex Nahuelsat S.A.) y los funcionarios de la firma, quienes desconocían en gran medida el funcionamiento del mercado satelital geoestacionario.

⁵² SES Global es una entidad corporativa con dos compañías operativas, SES Astra y SES Americom. Todas juntas operaban, a inicios del siglo XXI, una flota de 41 satélites geoestacionarios. <https://www.ses.com/>

4.4.2. Construcción de funcionamiento a la producción local de satélites geoestacionarios

En este apartado se analizan los factores que contribuyeron a reducir la flexibilidad interpretativa respecto al proyecto de diseño y fabricación local de satélites geoestacionarios, más allá de la resignificación de los problemas de algunos actores como forma de alineación de intereses.

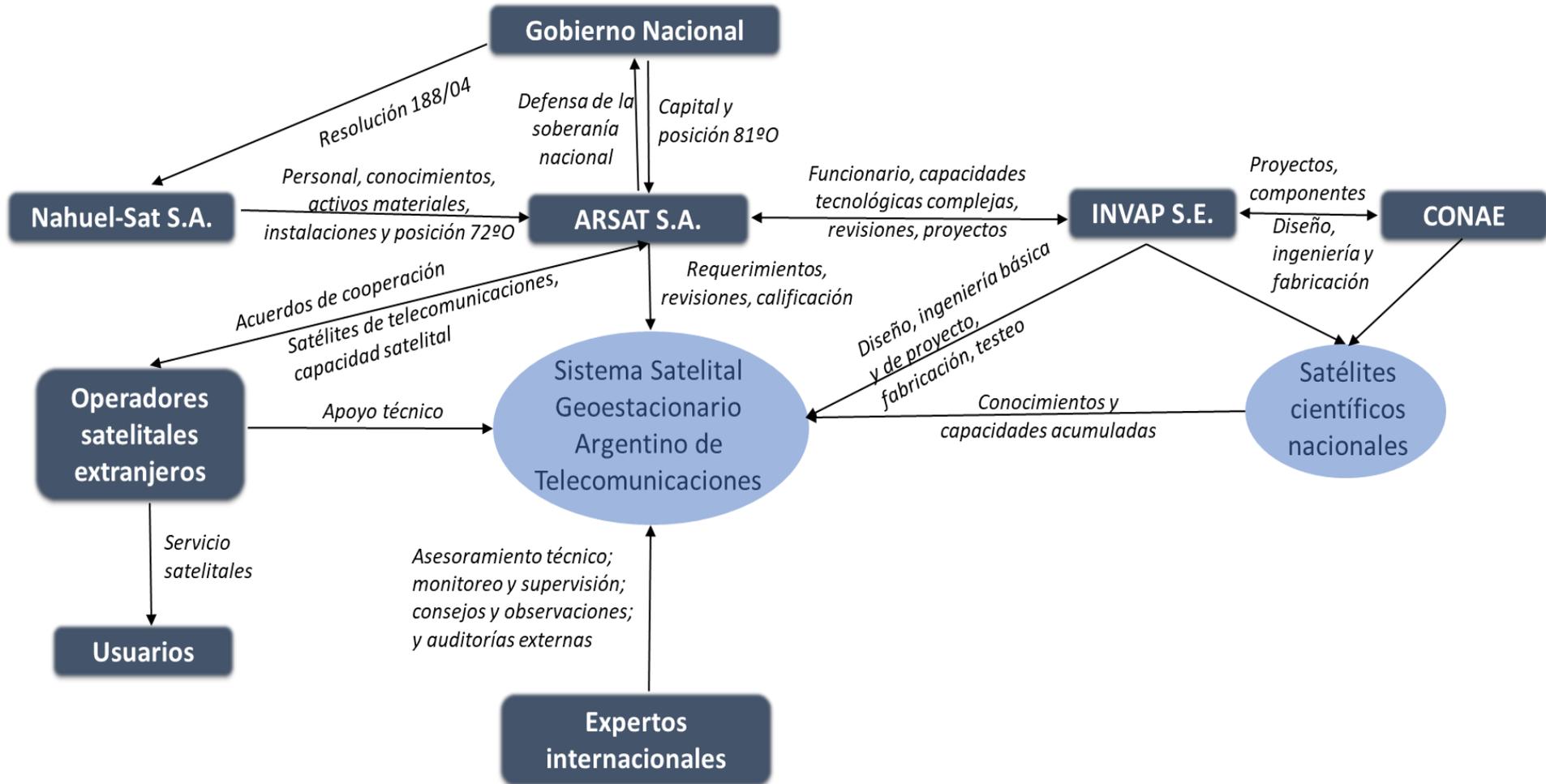
La categoría alianza socio-técnica posibilita reconfigurar de manera analítica a los grupos sociales y a los elementos no-humanos involucrados en el proceso, así como visualizar los elementos heterogéneos que circulan entre actores y artefactos. Ello permite comprender y explicar qué factores están implicados en la construcción de funcionamiento.

En un nivel descriptivo, la alianza incluyó, en primer lugar varias instituciones nacionales públicas y privadas: 1- el gobierno nacional, interesado en la materialización del sistema satelital nacional especialmente por su carácter sistémico; 2- ARSAT S.A., responsable de garantizar la ocupación de las posiciones orbitales argentinas y de operar el sistema satelital; 3- INVAP S.E., responsable de diseñar, fabricar e integrar la plataforma de los artefactos satelitales; 4- CONAE, responsable a nivel nacional de las actividades espaciales; y 5- Nahuelsat S.A., interesada en negociar con el gobierno nacional una salida a las obligaciones contraídas por el Pliego, sin que ello signifique hacer efectivas las multas o penalidades dispuestas en el mismo.

En segundo lugar, la alianza incluyó empresas de capitales extranjeros con gran experiencia en la operación satelital. Ello dio continuidad a la oferta de servicios satelitales argentinos durante el proceso de diseño y fabricación de la flota ARSAT como reemplazo del Nahuel 1A.

En tercer lugar, la alianza incorporó un conjunto de actores no institucionalizados. Los expertos internacionales, quienes brindaron asesoramiento técnico, monitoreo y supervisión de cada fase productiva, consejos y observaciones, así como auditorías externas para certificar el alto nivel de calidad de los productos y procesos argentinos. También incorporó a los usuarios, quienes eran los receptores de los servicios satelitales brindados mediante el Nahuel y los diversos satélites alquilados a las compañías operadoras extranjeras.

Gráfico Nº 15: Alianza socio-técnica para la producción local de satélites geoestacionarios



Fuente: elaboración propia en base a las Memoria y Balances de ARSAT S.A. 2006-2008.

Por último, la alianza integró a elementos no-humanos: 1- los satélites de órbita baja SAC: artefactos que materializaban la experiencia de instituciones argentinas en la fabricación satelital; 2- el Sistema Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones: artefacto complejo y principal objetivo del proyecto; 3- posiciones orbitales: recurso natural que se buscaba mantener bajo soberanía argentina; 4- capital aportado el Estado mediante los Ministerios de Planificación Federal, Inversión Públicas y Servicios y el de Economía y Finanzas Públicas; 5- instalaciones y artefactos: Estación Terrena de Telemetría, Control y Telecomandos de Benavídez, la Estación de Bosque Alegre y el Nahuel 1A; 6- conocimientos y capacidades generados en CONAE, INVAP S.E., Nahuelsat S.A. y las empresas extranjeras; y 6- acuerdos comerciales establecidos entre ARSAT S.A. y otras empresas del mercado satelital.

En un nivel analítico, la alianza permitió observar la participación e incidencia de los distintos elementos en el proceso decisorio, pero también el efecto sistémico generado a partir de las intervenciones gubernamentales. Se puede destacar la alineación y coordinación de tres entidades públicas: ARSAT S.A., INVAP S.E. y CONAE como núcleo tecno-productivo del sector satelital argentino. Ello promovió la convergencia de conocimientos y capacidades adquiridos en el diseño y fabricación de satélites científicos nacionales y en la operación de los satélites geoestacionarios alquilados y comprados en el extranjero.

La convergencia de saberes fue un elemento clave en la generación de nuevos conocimientos y capacidades en torno al sistema satelital nacional de telecomunicaciones. Si bien en Argentina existían conocimientos producto de los proyectos de satélites científicos y de observación de la Tierra, los satélites geoestacionarios demandaban la ampliación de los mismos debido a las variaciones que presentaban respecto a los primeros. El proyecto al mismo tiempo que resolvía un problema puntual en el espacio, la ocupación de las posiciones orbitales, se posicionaba como estratégico para abordar de manera integral y sistémica el desarrollo industrial del país.

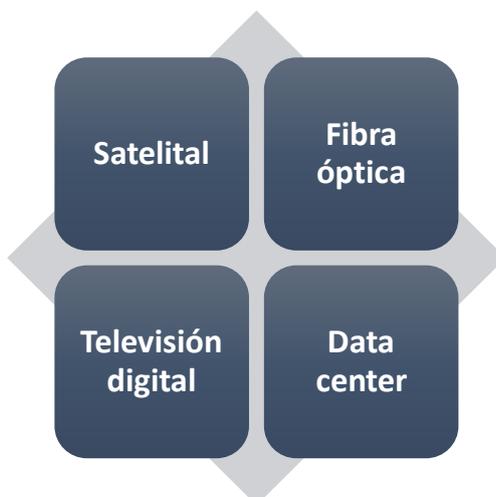
La alianza socio-técnica generó un nuevo estilo de innovación, basado en la fusión de dos estilos previos: la importación de tecnología y el diseño y fabricación local de artefactos. El Sistema Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones fue posible a la sinergia generada por la puesta en práctica de ambas estrategias. La mantención de las capacidades de decisión en instituciones locales favoreció que otros actores valorizaran positivamente el proyecto y alinearan sus intereses al mismo.

Como herramienta analítica, la alianza socio-técnica permitió comprender el proceso de construcción de funcionamiento a los artefactos locales. Sin embargo, cabe destacar que el funcionamiento de una tecnología es un proceso de co-construcción continuo. Aún después que el proyecto satelital argentino de telecomunicaciones había alcanzado cierto grado de estabilización, tuvieron lugar nuevas modificaciones que implicaron nuevos procesos de funcionamiento.

4.5. ARSAT S.A.: diversificación de actividades en medio de la consolidación satelital

ARSAT S.A. surgió como una empresa satelital cuyas metas fundamentales eran el diseño, desarrollo, construcción en el país, lanzamiento y puesta en servicio de una flota de satélites geoestacionarios de telecomunicaciones; la conservación de los derechos sobre las posiciones orbitales asignadas a la Argentina y la prestación de servicios satelitales en Argentina y países limítrofes (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2008).

Hacia el año 2009, Argentina atravesaba un período de crecimiento de la actividad económica vinculada a la implementación articulada de una política cambiaria basada en la depreciación de la moneda, y la política monetaria con alza en las tasas de interés. En paralelo el gobierno nacional incrementó la política fiscal, la cual articulada con políticas públicas de tinte social fueron claves para acelerar el crecimiento económico (Porta, Santarcángelo y Scheingart, 2017). En dicho escenario, los funcionarios del gobierno nacional y de ARSAT S.A. ampliaron los objetivos de la empresa, al incorporar el desarrollo de una Plataforma para el Sistema Argentino de Televisión Digital Terrestre (SATVD-T) y la construcción de un centro de ensayos ambientales en el país, que otorgue independencia respecto a los centros experimentales extranjeros (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2009:3).

Gráfico Nº 16: Esquema de la composición de ARSAT S.A. (2010-2015)

Fuente: elaboración propia

En el ejercicio 2010-2011, la firma mantuvo esta política de ampliación de los objetivos, agregándose a los ya existentes el desarrollo de la Red de Fibra Óptica (REFEFO), el Punto Nacional de Acceso a la Red y el Centro Nacional de Operaciones, el Programa “Centros Provinciales de Acceso a la Red” y el Programa “Conectar Igualdad” (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2010; 2011). Estos proyectos fueron promovidos mediante una serie de políticas públicas impulsadas mediante Decretos del Poder Ejecutivo⁵³.

Debido a esta política de ampliación de las metas, en 2012 los funcionarios de ARSAT S.A. en una Asamblea Extraordinaria modificaron el Estatuto de la compañía y su objeto social, al incorporar

Explotación, uso y/o prestación al público de cualquier tipo de servicio de telecomunicaciones fijo o móvil, alámbrico o inalámbrico, nacional o internacional, con o sin infraestructura propia, empleando cualquier medio existente o a crearse, sumando además el almacenamiento y transmisión de datos de todo tipo, a través de infraestructura propia o de terceros (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2012:46).

⁵³ Decreto PEN Nº 1148/09 (B.O. 01/09/2009), el cual estipuló la creación del Sistema Argentino de Televisión Digital Terrestre (SATVD-T); Decreto PEN Nº 364/10 (B.O. 17/03/2010), el cual planteó que el SATVD-T era de interés nacional; Decreto PEN Nº 459/10 (B.O. 06/04/2010), mediante el cual se creó el Programa “Conectar Igualdad”; Decreto PEN Nº 1522/10 (B.O. 28/10/2010), con el cual se creó el Plan Nacional de Telecomunicaciones “Argentina Conectada”; Decreto PEN Nº 835/11 (B.O. 23/06/2011), mediante el cual el gobierno nacional autorizó a ARSAT S.A. a prestar servicios de Televisión Digital Terrestre; y el Decreto PEN Nº 345/12 (B.O. 13/03/2012), mediante el cual se creó el Plan Nacional “Igualdad Cultural”.

En los años posteriores, tras la modificación del Estatuto, se agregaron nuevos proyectos a la compañía: el Sistema Venezolano de Televisión Digital Terrestre (SVTVD-T) y el Centro Nacional de Datos (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2012-2014), los cuales fueron respaldados por decretos del Poder Ejecutivo⁵⁴.

Por un lado, de acuerdo a las metas y los proyectos ejecutados, ARSAT S.A. se convirtió en una empresa con dominio sobre los distintos canales de las comunicaciones en Argentina. Por otro lado, la ejecución de los proyectos originales y el establecimiento de nuevos proyectos y contratos con distintas entidades del sector productivo y científico-tecnológico (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2007-2014) constituyeron a la compañía como un actor clave en el desarrollo económico, científico-tecnológico y de las comunicaciones.

4.5.1. Consolidación de la política satelital

Entre el bienio 2009-2010, ARSAT S.A. encaró una estrategia de diversificación de sus actividades. Ello tendió a modificar la gestión de la firma, lo cual se materializó en una estructura gerencial más compleja (ARSAT S.A.).

Dado que el objetivo de esta investigación es analizar la producción de conocimientos y generación de capacidades para el dominio de la órbita geoestacionaria, no se hicieron mayores apreciaciones respecto a las nuevas áreas de negocio de ARSAT S.A. En este escenario de ampliación de objetivos y diversificación, la empresa afianzó el desarrollo satelital, a partir del inicio de la producción del primer satélite del SSGAT y la constitución de un centro de ensayos ambientales en Argentina.

En 2010, ARSAT S.A. e INVAP S.E. formalizaron el inicio de la fase de fabricación, integración y ensayos mediante la firma de un acta. En paralelo, INVAP S.E. continuó con la elaboración de los diseños, correspondientes a la ingeniería de detalle, los cuales se encontraban en un grado de avance del 80%. A partir de estos diseños, el equipo de ingenieros de INVAP S.E. comenzó la fabricación parcial de algunas partes componentes,

⁵⁴ A los anteriores Decretos, se agregaron: Decreto PEN N° 2426/12, mediante el cual se le asignaban a ARSAT S.A. el uso de diversas frecuencias del espectro radioeléctrico para el uso de telefonía celular. Dicha política pública quedó sin efecto tras la sanción del Decreto PEN N° 671/14. El Poder Ejecutivo mediante el Decreto PEN N° 2427/12 declaró de interés público a la Red Federal Inalámbrica. Mediante la Ley Nacional N° 27078 (B.O. 18/12/14) se declaró de interés público el Desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, las Telecomunicaciones y sus recursos asociados. Finalmente, mediante el Decreto PEN N° 677/15 (B.O. 29/04/2015), se reglamentó el inicio de las funciones de la Autoridad Federal de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

las cuales contaron con la validación de los ingenieros de ARSAT S.A. y distintos consultores externos (Memoria y balance de ARSAT S.A., 2010). Por su parte, ARSAT S.A. firmó numerosos acuerdos con empresas extranjeras, proveedoras de componentes y subsistemas -entre ellas *Thales Alenia Space, Astrium-*, o prestatarias del servicio de lanzamiento -*Arianespace-* (Memoria y balance de ARSAT S.A., 2009-2011).

A partir de la concepción y ejecución del proyecto Sistema Satelital Argentino y la ocupación de la presidencia de ARSAT S.A. por uno de los fundadores de la firma INVAP S.E., ambas empresas estuvieron estrechamente vinculadas. Dicha vinculación se profundizó mediante el emprendimiento conjunto del Centro de Ensayos de Alta Tecnología S.A. (CEATSA), que demandó a las firmas estatales la provisión de personal calificado y una suma inicial de U\$S 40 millones. ARSAT S.A. aportó el 89,5% del capital y proveyó los equipos necesarios, mientras INVAP S.E. aportó el 10,5% restante del capital y estuvo a cargo del edificio, del soporte de ingeniería y el montaje de los equipos (Memoria y Balance ARSAT S.A., 2009).

Las instalaciones del Centro de Ensayos, ubicadas en el predio de INVAP S.E., en San Carlos de Bariloche tenían como objetivo, dotar a la Argentina de capacidad, equipamientos y servicios de alto valor agregado para la ejecución de ensayos ambientales bajo los estándares internacionales (CEATSA). Esta decisión permitió independizar a la Argentina de los centros extranjeros, en los cuales se realizaron los ensayos de calificación y prueba de los satélites de observación de la Tierra pertenecientes a la CONAE.

Esta iniciativa fue impulsada por el Estado nacional (C. Tisot, comunicación personal, 22 de octubre de 2019), puesto que, ello se alineaba con el objetivo estratégico de desarrollar un complejo industrial satelital en el país (Memoria y balance de ARSAT S.A., 2009).

A partir de la creación del CEATSA, fue posible en Argentina, someter al satélite en general, y los distintos subsistemas en particular, a las condiciones de termo-vacío del espacio exterior, así como simular las vibraciones mecánicas y acústicas que tienen lugar durante el proceso de lanzamiento.

En suma, si bien el área satelital pasó a ocupar un cuarto de la empresa ARSAT S.A., dicho sector registró un fortalecimiento a partir de la materialización de los proyectos satelitales y la concepción de nuevos proyectos productivos.

4.5.2. Incorporación de nuevos grupos sociales relevantes

El inicio de la fase de fabricación, integración y ensayos del Sistema Satelital complejizó la dinámica socio-técnica local, mediante la alineación de nuevos actores al proyecto, la variación en el accionar de otros y el incremento de los artefactos en circulación. Los funcionarios de ARSAT S.A. mantuvieron los convenios contractuales con las grandes empresas operadoras de satélites, entre las cuales estaban el consorcio internacional INTELSAT, Telesat de Canadá, SES New Skies del grupo económico SES, Satmex de México y Star One de Brasil, quienes permitieron consolidar la cartera de clientes del operador argentino. ARSAT S.A. compró la capacidad de varios satélites bajo control de estas empresas para garantizar la prestación de servicios a sus clientes, siendo responsable de la comercialización de los mismos.

A partir del inicio de la fabricación, los funcionarios e ingenieros de ARSAT S.A. fueron responsable de la compra de los servicios, componentes y subsistemas satelitales para la ejecución del SSGAT. Ellos decidieron comprar la carga útil de los satélites a *Thales Alenia Space*; la unidad de procesamiento satelital, el subsistema de propulsión, los paneles solares y el cilindro central a *Astrium*; mientras que, para el servicio de lanzamiento, se contrató a *Arianespace*. En dichas negociaciones, los funcionarios e ingenieros de la compañía estatal consideraron relevantes la experiencia acumulada por tales empresas en el mercado de fabricación satelital y los vínculos preexistentes forjados entre los ingenieros satelitales locales -durante su empleo en Nahuelsat S.A.- con sus pares extranjeros.

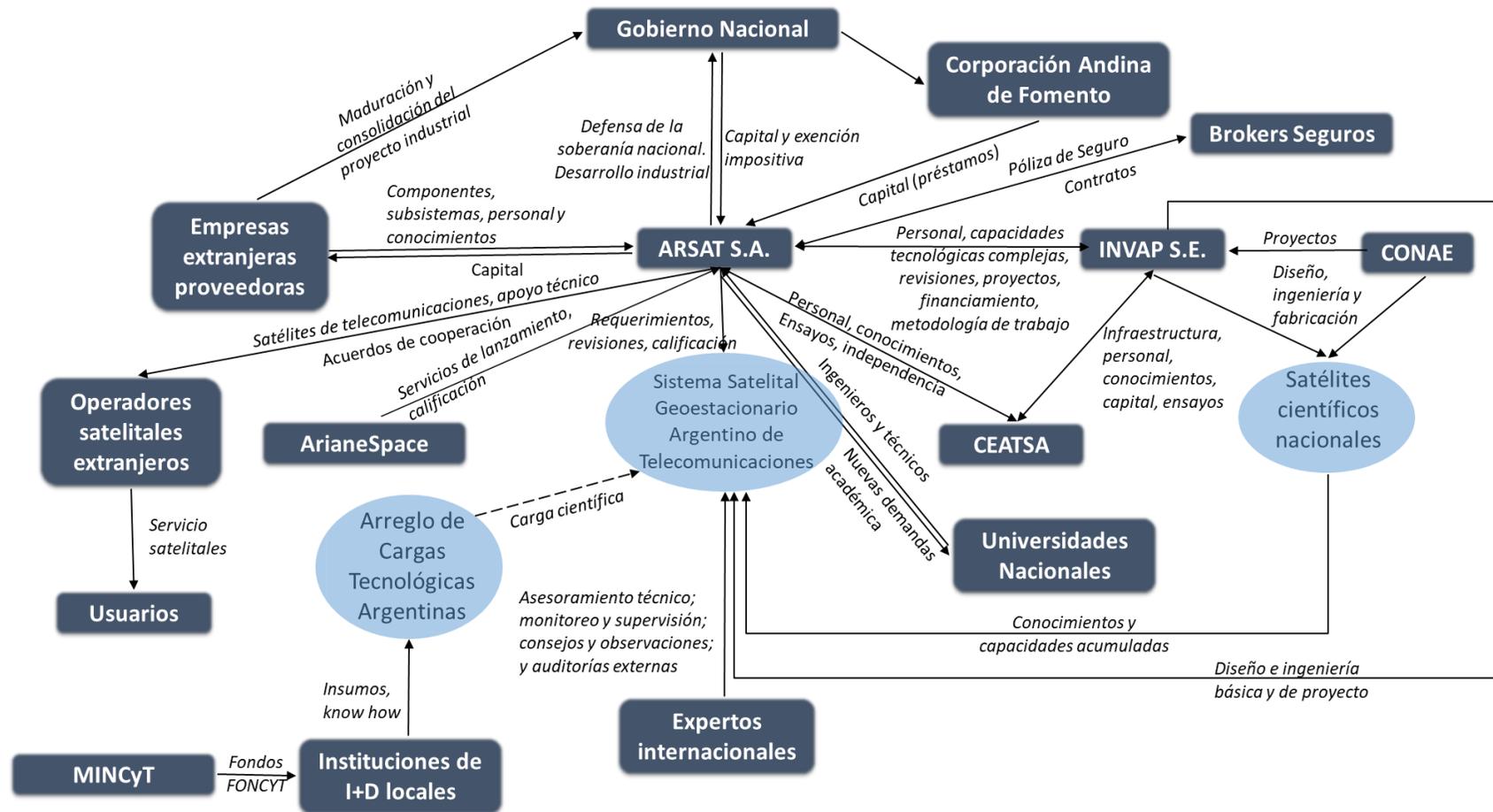
La incorporación de grandes empresas satelitales no representó contradicciones respecto de las pretensiones de autonomía del gobierno nacional, ya que se trataba de complementar el desarrollo impulsado y coordinado por el Estado. Ello posibilitaba ampliar y consolidar el proyecto de producción de satélites geoestacionarios locales en el plazo demandado por las necesidades comerciales de ARSAT S.A. La administración gubernamental que asumió en 2003 se insertó en una matriz ideológica que asociaba el desarrollo industrial con la autonomía económica, y la defensa de los recursos nacionales con la autodeterminación política. Dicho pensamiento orientaba una política de planificación y control de la economía.

Durante el período bajo análisis en este apartado se registró un avance en la intervención del Estado en la economía. Sin embargo, dicha intervención tenía como objetivo el desarrollo del capital privado, entre ellas grandes firmas y PYMES (G. Moreno, comunicación personal, 23 de diciembre de 2019). Por ello, cuando tuvo lugar la intervención directa, mediante la creación de firmas públicas, tales como ARSAT S.A. se

debió a la ausencia o ineficiencia de los actores privados involucrados. Incluso en dichas oportunidades el Estado no se asumió como empresario, sino que buscó incorporar capitales privados mediante la venta de acciones o mediante la constitución de firmas mixtas.

El establecimiento de contratos con empresas extranjeras resultó significativo, tanto para el gobierno nacional y ARSAT S.A., como para las empresas extranjeras. Para ARSAT S.A., el contrato con *Arianespace*, representó el fortalecimiento del proyecto debido a que estableció vínculos con una de las empresas más reconocidas en el sector de lanzamiento. Para la empresa francesa, el contrato posibilitó la vinculación con un nuevo actor del campo satelital, y la ejecución de negocios rentables. Los contratos establecidos con *Astrium EADS* (anteriormente *Deutsche Aerospace*) y *Thales Alenia Space* (antes *Aerospatiale*) le permitieron a ARSAT S.A. acceder a tecnología de alto valor agregado, estabilizada mundialmente; y acumular conocimientos y capacidades mediante la interacción de los ingenieros locales con los expertos de tales empresas. Para ambas empresas europeas, el contrato con ARSAT S.A. les permitía continuar con la comercialización de sus mercancías en América Latina en general, y en Argentina en particular. El proyecto ARSAT S.A. les permitió a estas compañías comercializar sus subsistemas y componentes satelitales constituyéndose como proveedores. Es decir, para explotar sus unidades de negocio en Argentina no requirieron, como en tiempos de Nahuelsat S.A., de estrategias de integración vertical de la producción y la creación de subsidiarias en el país para las actividades de operación y comercialización de los servicios satelitales.

Gráfico Nº 17: Segunda alianza socio-técnica para la ejecución del Sistema Satelital Geostacionario Argentino de Telecomunicaciones



Fuente: elaboración propia en base a Memoria y Balance de ARSAT S.A. 2009-2014

Las corporaciones le aportaron viabilidad a la alianza socio-técnica del Sistema Satelital, así como consolidar el sector satelital geoestacionario en la Argentina, puesto que no sólo aceleraron los tiempos de producción, mediante la provisión de componentes y subsistemas, sino que certificaron la calidad de la tecnología argentina.

Los ingenieros de INVAP S.E., en base a las capacidades generadas durante el diseño y fabricación de los satélites de órbita baja de la CONAE, comenzaron a diseñar, para su posterior construcción, los modelos de satélites geoestacionarios. Si bien las fases de diseño, fabricación e integración eran responsabilidad de INVAP S.E., los ingenieros de ARSAT S.A. participaron en todo el proceso productivo. En función de ello, entre ambas empresas circularon especificaciones y requerimientos de misión, conocimientos y capacidades tecnológicas: asesoramiento técnico, metodologías de trabajo y personal especializado.

Pocos proveedores privados locales fueron alineados en la alianza a partir de las interacciones establecidas previamente con INVAP S.E., a los cuales la empresa pública les aportó conocimientos y calificación.

Los funcionarios de ARSAT S.A., dada la inexperiencia propia y de los ingenieros de INVAP S.E. en el diseño y fabricación de satélites geoestacionarios contrataron numerosos expertos internacionales en materia espacial y satelital. Estos últimos, con décadas de experiencia en la fabricación de satélites, aportaron asesoramiento técnico, supervisión, consejos y observaciones que disminuyeron posibles fallas y aumentaron el *know-how* local.

El inicio de la construcción de los satélites del Sistema Satelital requirió la incorporación a la alianza de nuevas empresas. En 2008 ARSAT S.A., mediante la acción de los consultores externos estableció un contrato de asesoramiento con un *bróker* de seguros⁵⁵ para la gestión de riesgos (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2008). ARSAT S.A. organizó una licitación en la que resultó adjudicada AON, la segunda mayor empresa proveedora de servicios de gestión de riesgos, seguros y gestión de reaseguros en el mercado internacional (Business Insurance, 2009). La incorporación de una empresa de seguros a la alianza reviste suma importancia en proyecto de este tipo debido a los altos costos y complejidad del proyecto, así como los variados riesgos terrestres y espaciales a los que se ve sometido. El establecimiento de una póliza no sólo contemplaba el costo de reposicionamiento del satélite y su tasa de interés, sino que otorgaba confiabilidad

⁵⁵ Un *bróker* de seguro es una empresa intermediaria entre las empresas reaseguradoras y el asegurado, constituyéndose en un actor clave, puesto que el seguro es un aspecto fundamental en la industria satelital, debido a las condiciones de producción, lanzamiento y vida útil de los artefactos en el espacio.

económica y técnica a los productos y procesos involucrados en el sistema satelital (R. Gaussman, comunicación personal, 23 de octubre de 2019; H. Nahuys, comunicación telefónica, 20 de septiembre de 2020).

Los funcionarios del gobierno nacional ejercieron agencia en la orientación de la nueva alianza socio-técnica mediante la generación de un conjunto de políticas de promoción sectorial y de financiamiento. Por un lado, propiciaron la creación de CEATSA, lo cual fortaleció la circulación de elementos -capital, recursos humanos, conocimientos, capacidades y proyectos no sólo aplicables al sector espacial, sino a diversas ramas industriales- entre ARSAT S.A. e INVAP S.E. Por otro lado, movilizaron recursos mediante la transferencia de dinero desde el Tesoro Nacional y la solicitud de préstamos a la Corporación Andina de Fomento⁵⁶ para apoyar el Proyecto. Asimismo, los funcionarios gubernamentales establecieron, mediante la sanción de la Ley N° 26.224/07, la exención impositiva de la empresa ARSAT S.A., particularmente aquellos que gravaban la importación de tecnología no existente en el país.

Por último, con la finalidad de desarrollar la industria satelital argentina, se incorporaron a la alianza instituciones de I+D –Instituto Balseiro (Universidad Nacional de Cuyo), CNEA, entre otros- y empresas tecnológicas locales para la ejecución del proyecto Arreglo de Cargas Tecnológicas Argentinas (ACTA). Este proyecto, financiado mediante un subsidio del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, proveería la carga científica a los satélites geoestacionarios locales. El proyecto ACTA tenía como finalidad brindar la oportunidad a instituciones de I+D y empresas de tecnología locales de desarrollar y calificar instrumentos, para su posterior venta en el mercado (Memoria y Balance de ARSAT S.A., 2009; 2010). Este proyecto representaba la alineación del sistema satelital con entidades del complejo científico-tecnológico. Sin embargo, ACTA no fue ejecutado debido a que se estimaba que el mismo no podría ser completado para la fecha prevista del lanzamiento del primer satélite del Sistema. Si bien la desarticulación de este proyecto merece un mayor análisis, el mismo excede los límites del presente trabajo.

La conformación de esta alianza socio-técnica en base a la alineación y coordinación de elementos heterogéneos, creó funcionamiento a la producción de satélites de telecomunicaciones en dos empresas públicas nacionales, un sector de la economía hasta ese momento asociado a la importación de tecnología bajo dominio privado. A través de la producción de estos artefactos, el gobierno nacional promovió la

⁵⁶ Esta institución tiene como objetivo el impulso del desarrollo sostenible y la integración de América Latina mediante el aporte de recursos financieros y productos desde los países industrializados a la región. www.caf.com (Recuperado el 08 de abril de 2018)

complejización del entramado tecno-productivo local, el desarrollo científico-tecnológico nacional y la extensión de las comunicaciones.

4.6. Conclusiones

En este capítulo se afirmó que la ocupación y explotación de la órbita geoestacionaria por satélites diseñados y producidos en Argentina se debió a la convergencia y ampliación de capacidades, conocimientos y tecnologías⁵⁷ adquiridas en las experiencias de diseño y producción de satélites científicos y de observación de la Tierra; y en la operación privada de satélites de telecomunicaciones.

Ante la ausencia de actores privados con capacidad de resolver el problema de ocupación de las posiciones orbitales, el gobierno nacional favoreció la iniciativa estatal mediante la creación de la empresa ARSAT S.A. Para ello, propició la convergencia de dos trayectorias tecno-productivas, insertas en estilos socio-técnicos distintos. El primero, basado en la producción endógena de tecnologías de alto valor agregado, y el segundo, en la importación de tecnología satelital para telecomunicaciones. El reconocimiento de dos trayectorias⁵⁸ con actores e intereses distintos y a veces contrapuestos, configuró un escenario satelital fragmentado, que tiene cierta permanencia incluso, luego de la materialización del proyecto ARSAT S.A.

El proyecto ARSAT S.A., como resultado de la convergencia de ambas trayectorias tecno-productivas, no puede explicarse en términos de continuidad con los artefactos SAC, ni en términos de ruptura respecto al proyecto Nahuel, puesto que ambas explicaciones resultarían parciales.

La primera de las explicaciones permite destacar la participación exitosa de INVAP S.E. en el diseño y producción del Sistema Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones, en base a la experiencia adquirida en el desarrollo de satélites científicos y de observación de la Tierra.

⁵⁷ En el diseño, fabricación e integración de los satélites ARSAT se identificaron procesos de resignificación de tecnologías, conocimientos y capacidades. Se entiende por *resignificación de tecnologías* a la operación de reutilización creativa de las tecnologías previamente disponibles. Las operaciones de resignificación de tecnología no son meras alteraciones “mecánicas” de una tecnología, sino una reasignación de sentido de esa tecnología y de su medio de aplicación. Resignificar tecnologías permite refuncionalizar conocimientos, artefactos y sistemas (Thomas, 2006).

Estos procesos de resignificación no se analizarán en mayor profundidad debido a que superaban los límites impuestos en la presente investigación. Los mismos serán retomados en una tesis doctoral en elaboración.

⁵⁸ En esta investigación no fueron consideradas las trayectorias que dieron lugar a satélites CubeSat, diseñados y fabricados por grupos de universidades y entidades amateurs.

La segunda explicación considera que, mientras ARSAT S.A. constituyó un proyecto que representaba los intereses industriales y de autonomía tecnológica del gobierno nacional y otros actores involucrados en el desarrollo de tecnologías estratégicas, el proyecto Nahuel era parte de la política de privatización y de dependencia del capital extranjero. Desde esta perspectiva, se analizó a ARSAT S.A. como una experiencia exitosa y deseable en contraste a Nahuelsat S.A.

Ambas líneas argumentales resultan insuficientes, puesto que reconstruyen la trayectoria de la firma ARSAT S.A. en términos lineales y analizan dicha experiencia como un éxito frente a la ocupación privada de las posiciones orbitales. El enfoque seguido en esta investigación permitió complejizar el análisis, puesto que construye las explicaciones a partir de la consideración de múltiples dimensiones y valora los procesos en función de alcances y límites.

4.6.1. Alcances: la generación de un nuevo sector tecno-productivo

Los alcances del proyecto satelital Arsat pueden evaluarse desde tres perspectivas. En primer lugar, como cumplimiento del objetivo del gobierno de defender la soberanía nacional en el espacio exterior. Desde esta perspectiva, ARSAT S.A. cumplió con las metas establecidas, primero mediante la importación y arrendamiento de tecnología extranjera y luego, a través del diseño y producción de artefactos nacionales.

En segundo lugar, como la generación de un nuevo sector tecno-productivo en la economía argentina. Desde esta perspectiva, los artefactos que integraban el Sistema Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones cumplieron las metas del gobierno nacional en cuanto a que los satélites fuesen de diseño y fabricación local. La creación de ARSAT S.A. mediante el traspaso de los activos humanos, físicos, comerciales, cognoscitivos y edificios de Nahuelsat S.A. resultó ser una solución adecuada para continuar una actividad comercial con una década de desarrollo en el país: la operación de satélites de telecomunicaciones. También resultó adecuada para impulsar la actividad industrial en un sector de alta tecnología, inexistente en el país.

La vinculación de ARSAT S.A. e INVAP S.E. posibilitaron el inicio de la actividad industrial geoestacionaria en Argentina, posicionando al país en la octava nación en dominar dicha tecnología.

Finalmente, en tercer lugar, por el rol que jugaron los satélites de telecomunicaciones en la complejización de la matriz tecno-productiva argentina. En función de ello el Sistema Satelital de ARSAT S.A. favoreció:

- 1- La producción local de bienes estratégicos de alta complejidad;
- 2- Ampliación de los actores locales que participaron en la cadena de valor de satélites de órbita geoestacionaria;
- 3- El desarrollo de una política tecno-productiva con el objetivo de recomponer el entramado industrial, a partir de la integración de empresas públicas y privadas de capital nacional y extranjero.

En suma, la intervención del gobierno nacional aprovechó la infraestructura existente en el país vinculada a distintas actividades satelitales y la potenció de forma sinérgica para el desarrollo de la industria satelital geoestacionaria.

4.6.2. Límites: la derogación de los satélites

Los límites de la experiencia de ocupación pública de las posiciones orbitales pueden evaluarse desde dos perspectivas. En primer lugar, el proyecto público regido por ARSAT S.A. e INVAP S.E., no modificó, en última instancia, el escenario de fuerzas existentes en el que se vio inserta anteriormente Nahuelsat S.A. La asimetría de poder entre las grandes corporaciones con presencia en el mercado satelital y la empresa de bandera argentina de capital público constituyó un límite del sistema.

Entre los años 1997 y 2002, la regulación estatal en el sector satelital argentino permitió el ingreso de veintidós satélites extranjeros en Banda Ku, los cuales compitieron de manera directa con Nahuelsat S.A. En el período 2002-2015 la Secretaría de Comunicaciones autorizó el ingreso de dieciocho satélites al territorio argentino, de los cuales siete constituyeron mejoras del sistema operado por ARSAT S.A. o como sistemas provisorios hasta el lanzamiento y puesta en operación de ARSAT-1 y ARSAT-2.

Las autorizaciones para operar satélites extranjeros y el lanzamiento del satélite ARSAT-2 (2015) pusieron de manifiesto que el operador nacional ARSAT S.A., ya no sólo se desempeñaría en la comercialización de servicios en Banda Ku, sino que los mismos contemplarían la Banda C. La continuidad de una política diseñada en un escenario en el cual el operador nacional de entonces -Nahuelsat S.A.- explotaba especialmente la Banda Ku, así como la ausencia de precisiones en las disposiciones siguientes en torno a otras bandas de frecuencia volvió vulnerable a la compañía argentina frente a la competencia de empresas internacionales.

Cuadro Nº 15: Satélites autorizados en Argentina (2002-2015)

Nº	Operador	País de origen	Satélite	Banda de frecuencia	Resolución
1	SSC	EE.UU.	Galaxi-III C	Banda Ku-C	Res. 218 sc/02
2			IS 901	Banda Ku-C	Res. 203 sc/4
3	INTELSAT	Luxemburgo	IS 1002	Banda Ku-C	Res. 333 sc/05
4			IS 907	Banda Ku-C	Res. 332 sc/05
5			IS 905	Banda Ku-C	Res. 331 sc/05
6	Hispanmar S.A.	Brasil	Amazonas I	Banda Ku-C	Res. 49 sc/06
7	INTELSAT	Luxemburgo	IA-8	-	Res. 38 sc/07
8			Galaxi-17	Banda Ku-C	Res. 67 sc/07
9	ARSAT S.A.	Argentina	Nahuel c	-	Res. 79 sc/07
10			AMC-6	Banda Ku-C	Res. 71 sc/08
11	SSC	EE.UU.	IS 11	Banda Ku-C	Res. 184 sc/09
12			IS 14	Banda Ku-C	Res. 51 sc/10
13	ARSAT S.A.	Argentina	Star One c1	Banda Ku-C	Res. 52 sc/10
14			IS 21	Banda Ku-C	Res. 10 sc/13
15	SSC	EE.UU.	IS 23	Banda Ku-C	Res. 14 sc/13
16			SATMEX 5	Banda Ku	Res. 42 sc/13
17	ARSAT S.A.	Argentina	AMC-5	Banda Ku-C	Res. 53 sc/13
18			IS 603	Banda Ku-C	Res. 6 sc/13

Fuente: elaboración propia en base resoluciones de ENACOM y <https://www.tbs-satellite.com/tse/online>

Si bien durante el período 2002-2015 la política de reciprocidad continuó, es necesario dar cuenta de ciertas rupturas respecto al período de la convertibilidad. En primer lugar, entre los años 1997-2001 ingresaron al territorio argentino veintitrés satélites extranjeros para ser operados por compañías internacionales, mientras que entre 2002-2015 dicha cifra se redujo por debajo de la mitad (once). En segundo lugar, el promedio de ingreso varió. Mientras en el período 1997-2001 el promedio fue de 5.75, en los años 2002-2015 fue de 1.38 en general⁵⁹, y de 0.84 si sólo se consideran aquellos que fueron operados por compañías internacionales.

Desde 2015, pese a la sanción de la Ley Argentina Digital y la Ley de Desarrollo de la Industria Satelital se autorizó el ingreso de catorce nuevos satélites pertenecientes a grandes compañías extranjeras, los cuales compitieron de forma directa con ARSAT S.A. Ello se debió a la vigencia de regulaciones inadecuadas al proyecto de desarrollo nacional y a la asimetría de fuerzas existentes entre compañías estabilizadas en el mercado de las telecomunicaciones y la empresa pública ARSAT S.A.

En segundo lugar, las estrategias retóricas, materiales y legislativas impuestas por el

⁵⁹ Se consideran los satélites que ingresaron y fueron operados por ARSAT S.A.

gobierno nacional resultaron insuficientes para garantizar la continuidad de las políticas públicas sancionadas tras la alternancia gubernamental.

Entre 2015 y 2019, la nueva administración gubernamental tomó una serie de medidas que derivaron en la paralización de proyectos satelitales aprobados, la apertura del mercado de servicios satelitales, el alejamiento de recursos humanos altamente calificados, la importación de tecnología satelital para brindar servicios en Banda Ka y la potencial pérdida de los recursos orbitales en el espacio ultraterrestre. Estas condiciones dieron muestras del carácter reversible de las políticas públicas impuestas en los doce años previos.

El análisis histórico de la experiencia industrial liderada por ARSAT S.A. e INVAP S.E. constituye un insumo necesario para el diseño de políticas públicas en el sector, irreversibles ante un cambio de autoridades en la administración del Estado.

5

CONCLUSIONES GENERALES

En esta tesis se analizaron las estrategias institucionales y las políticas públicas en Argentina involucradas en la trayectoria de ocupación de recursos naturales ubicados en el espacio ultraterrestre y la generación de un sector tecno-productivo. En función de ello, a lo largo de esta investigación se respondieron los interrogantes planteados en la formulación del problema a partir de distintos elementos y dimensiones analíticas.

- ¿Cómo y por qué Argentina logró obtener derechos de coordinación y explotación en la órbita geoestacionaria y bandas de frecuencia?
- ¿Cuáles y cómo fueron las estrategias institucionales y políticas implementadas para la ocupación y explotación de las posiciones orbitales y bandas de frecuencia asociadas?
- ¿Qué objetivos y estrategias persiguió el gobierno en la cesión de derechos a Nahuelsat S.A.? ¿Y con la creación de ARSAT S.A.?
- ¿Qué supuestos orientaron a los actores en sus atribuciones de sentido para la importación de satélites geoestacionarios? ¿Y para encarar el diseño y la fabricación local de artefactos?
- ¿Cómo se utilizaron las capacidades de I+D existentes?
- ¿Cómo se generaron y aplicaron los conocimientos producidos localmente?
- ¿Cómo se construyó funcionamiento o no-funcionamiento a las tecnologías desarrolladas por las firmas -Nahuelsat S.A. y ARSAT S.A.- para la ocupación de las posiciones orbitales?
- ¿Cuál es la incidencia de las políticas públicas y los instrumentos de gestión, financiamiento y evaluación sobre las estrategias y agendas institucionales y empresariales en la dinámica de producción de tecnologías conocimiento-intensivas?

Durante el período bajo análisis en esta investigación, la Argentina se vio atravesada por dos modelos de acumulación diferentes, en muchos aspectos contradictorios. Desde 1976, y principalmente durante la década de 1990, dominó un modelo de acumulación neoliberal, caracterizado por el desplazamiento del Estado de la esfera productiva y de servicios públicos, el aumento de la influencia del capital internacional, la importancia de los activos financieros sobre los productivos y, en el caso argentino, la re-primarización de la economía. La crisis general del año 2001 puso en cuestionamiento

los principios y políticas liberales, habilitando la recuperación de parte de los fundamentos del modelo industrialista. A partir de 2002 y con más impulso desde 2003, aumentó la intervención del Estado, se recuperaron medidas proteccionistas para impulsar la industria local y se establecieron sectores estratégicos para impulsar la producción nacional orientada al mercado interno.

Esta investigación analizó el rol del Estado como eje de la movilización de sectores tecno-productivos estratégicos en escenarios contrapuestos, pero impulsado por el mismo problema de la agenda política: la ocupación de las posiciones y bandas de frecuencias asignadas en la órbita geoestacionaria. Ello permitió extraer conclusiones tanto a nivel del propio objeto empírico de la investigación como del marco teórico que la sustentó.

5.1. Pertinencia del marco teórico-metodológico

Para esta tesis se diseñó y utilizó un abordaje analítico mediante la triangulación de herramientas conceptuales provenientes de diferentes matrices teóricas: la sociología constructivista-relativista de la tecnología, el análisis de política y la economía del cambio tecnológico. Si bien hubo una selección de las categorías analíticas que conforman cada matriz teórica, esta triangulación conceptual fue utilizada en investigaciones anteriores, con un alto grado de adecuación al contexto de los países en desarrollo.

La construcción de este abordaje como matriz conceptual constituyó una operación clave en el proceso de diseño y desarrollo de esta tesis, el cual permitió analizar la multidimensionalidad del objeto de esta investigación: las políticas públicas y las estrategias institucionales que permitieron solucionar un problema político en el espacio ultraterrestre mediante el empleo de tecnologías conocimiento-intensivas, primero de índole privada y luego pública. Asimismo, permitió analizar la incidencia de tales políticas públicas y estrategias institucionales en la promoción de dinámicas de desarrollo sustentables en términos económicos, políticos, sociales y ambientales en Argentina.

El abordaje teórico constructivista-relativista favoreció la incorporación de diferentes categorías conceptuales complementarias. Dicha triangulación de conceptos permitió analizar los procesos de construcción de funcionamiento o no-funcionamiento de cada uno de los sistemas satelitales propuestos, así como de las alianzas socio-técnicas construidas en distintos escenarios socio-históricos. Asimismo, esta perspectiva permitió integrar en el análisis la dimensión política y económica con la dimensión

tecnológica. De acuerdo a ello, el enfoque resultó superador de las explicaciones que consideran a los artefactos y sistemas como meros derivados de la evolución tecnológica -determinismo tecnológico- o consecuencias de los cambios económicos, políticos o culturales -determinismo social-.

La utilización de categorías conceptuales con carácter diacrónico permitió la reconstrucción de la trayectoria del problema político en el espacio ultraterrestre, así como las políticas públicas y las acciones desarrolladas por distintos actores sociales para su resolución. Estas herramientas permitieron reconstruir las trayectorias empresarias involucradas en el proceso, pero de manera distinta a las propuestas por otros enfoques -*trayectoria tecnológica*- que incurrían en ciertos determinismos. El análisis diacrónico fue complementado con uno sincrónico a partir del concepto dinámica socio-técnica y las herramientas sobre aprendizaje de la economía del cambio tecnológico. Estos últimos permitieron ahondar en los procesos de producción de conocimientos, generación de capacidades y dinámicas de aprendizaje.

La integración conceptual favoreció el análisis de un conjunto de elementos heterogéneos involucrados en los procesos de cambio tecnológico y de producción de conocimientos. De acuerdo a ello, permitió superar los límites explicativos generados por aquellos enfoques teóricos cuya unidad de análisis estaba constituida por la firma. Considerar en el análisis la acción de los actores permitió visibilizar las significaciones, las motivaciones, las estrategias y las relaciones establecidas con otros actores, tales como el Estado, proveedores, clientes y otras empresas. La incorporación de esta dimensión permitió percibir las diferentes estrategias y las relaciones políticas e ideológicas, las cuales suelen estar ausentes en las explicaciones puramente económicas del cambio tecnológico.

En suma, el marco teórico construido permitió analizar cómo y porqué se configuró un problema político, así cómo y porqué se estableció su solución mediante la importación y producción de tecnologías conocimiento-intensivas en dos escenarios históricos distintos. Si bien al igual que otros marcos analíticos permitió responder cómo se dieron o evolucionaron los procesos, el principal aporte del marco teórico utilizado fue explicar el porqué de dichos procesos en términos de relaciones estratégicas. Las relaciones establecidas entre elementos heterogéneos permitieron visibilizar las dimensiones micro y macro de los procesos sociales analizados en esta investigación.

5.2. Autonomía tecnológica en la política explícita e implícita

Durante la década de 1990, la inserción en la economía mundial y la alineación de la política nacional con los intereses norteamericanos fueron dos objetivos seguidos a pie juntillas por las autoridades locales. Configurar la imagen de un país “seguro y confiable” (en términos liberales) fue una meta política y económica, que tuvo efectos en la estructura productiva y en el desarrollo tecnológico. El liberalismo y la filiación con EE.UU. orientó las políticas públicas del gobierno nacional respecto a sectores estratégicos, de acuerdo a un modelo de acumulación caracterizado, en este campo, por la importación de tecnología y el aumento de actividades en manos del sector privado. La implementación de este modelo puso de manifiesto que el desarrollo nacional estaba asociado a la vinculación internacional.

El gobierno norteamericano y otros países miembro de la OTAN, desde la década del setenta consideraban temerario, y especialmente luego de Malvinas, el desarrollo argentino en áreas sensibles: la energía nuclear y los vectores de lanzamiento. La posición internacional implicó entre otras acciones, presiones para el abandono de varios proyectos tecno-productivos, entre los cuales estaba el Proyecto Cóndor. La discontinuidad de aquellos proyectos considerados peligrosos para la seguridad mundial favoreció, como compensación, el acercamiento de la Argentina a los EE.UU., materializado paradójicamente en el área espacial. En función de ello, el gobierno nacional generó una serie de políticas públicas que promovieron el desarrollo de tecnologías conocimiento-intensivas específicamente en el área satelital. Si bien estas políticas públicas promovieron el diseño y fabricación local de satélites de órbita baja para fines científicos y de observación de la Tierra, estos artefactos fueron consecuencia directa de las posiciones diplomáticas del gobierno, más que de una política explícita en favor del desarrollo industrial y de la autonomía nacional.

Durante la década de 1990, el gobierno nacional no tenía en su ideario la autonomía tecnológica como objetivo de política pública. Sin embargo, dichas ideas circulaban entre funcionarios de empresas públicas e instituciones estatales. Para estos actores, el desarrollo local de tecnologías conocimiento-intensivas no sólo representaba una continuidad con un pasado de impulso industrialista, sino que favorecía la adquisición de nuevas capacidades, necesarias para alcanzar el desarrollo económico y social del país.

Las ideas de autonomía en áreas estratégicas también estaban presentes en aquellos actores que impulsaron la cesión de nuevos recursos naturales para el país. Para ellos, la mejor opción era la inversión privada de firmas vinculadas al sector de las

telecomunicaciones. La alternativa de capitales públicos era menos deseada puesto que los tiempos burocráticos de las entidades estatales no se correspondían con los tiempos impuestos por los organismos de control internacional, ni por las necesidades de explotación comercial. El proyecto de puesta en operación del primer sistema satelital argentino fue posible en un escenario liberal (caracterizado por la promoción del sector privado y no la acción económica del sector público), debido a que quienes diseñaron la propuesta, la presentaron ante las autoridades políticas y económicas como una nueva área de negocio promotora de la inversión privada y capitalizable para el Estado argentino sin costo alguno. Este proyecto pretendía promover la integración del territorio nacional fortaleciendo las comunicaciones y el desarrollo. El control sobre este tipo de recursos permitiría consolidar la soberanía en un territorio como el espacio, modernizar el sistema de comunicación, así como ampliar, en cierta medida, la matriz industrial y de servicios. Sin embargo, la materialización del proyecto condujo a un modelo donde grandes corporaciones extranjeras se convirtieron en los actores privilegiados.

La crisis del modelo de acumulación liberal y el acceso al gobierno de una fracción de clase que identificaba el desarrollo nacional con la recomposición de las bases industriales orientadas al mercado interno, constituyó un escenario para que resurgieran las ideas que promovían la autonomía tecno-productiva. Los funcionarios del gobierno nacional, ante el reconocimiento de la posible pérdida de recursos estratégicos en el espacio por la ineficacia de los actores privados involucrados, consideraron el sector satelital como un área prioritaria para el desarrollo nacional y a la intervención estatal como una opción válida. Así, el Estado promovió una serie de políticas públicas explícitas e implícitas, con el objetivo de desarrollar bienes complejos que actuaran en defensa de la soberanía nacional, y que movilizaran y fortalecieran la estructura económica y tecno-productiva del país.

A lo largo de la trayectoria socio-técnica trazada en esta investigación se identificó la circulación de ideas asociadas a la autonomía científica-tecnológica entre distintos (incluso contradictorios) grupos de actores. Estas ideas, si bien estuvieron presentes en instituciones pertenecientes al Estado -CNEA, CNIE, CONAE, INVAP S.E.-, tuvieron una presencia discontinua en las distintas agendas de acuerdo con los gobiernos. La proximidad y la autonomía relativa existente entre los funcionarios de tales instituciones y los representantes del poder ejecutivo resultaron dos dimensiones claves para el análisis de cada uno de los proyectos en cuestión. La autonomía relativa de los funcionarios e ingenieros de INVAP S.E. respecto a las iniciativas del gobierno nacional favoreció el desarrollo de satélites de órbita baja. Sin embargo, la proximidad ideológica respecto a la iniciativa privada entre los promotores del sistema satelital nacional

mediante un satélite multipropósito durante el gobierno de Carlos Saúl Menem, propició la creación de Nahuelsat S.A. Ambas condiciones, aunque contrarias, confluyeron en la generación de capacidades para un nuevo sector de la economía.

Finalmente, a inicios del siglo XXI, la proximidad ideológica entre distintos actores sociales y funcionarios gubernamentales favoreció el desarrollo de dinámicas virtuosas que promovieron mayor autonomía científica-tecnológica en áreas claves de la economía argentina, siendo una de ellas, el sector de las telecomunicaciones.

5.3. Cuestión, configuración de la agenda política y toma de decisiones

La trayectoria socio-técnica de ocupación y explotación de las posiciones y bandas de frecuencia en la órbita geoestacionaria permitió analizar aspectos significativos de los procesos sociales: la configuración de un problema en cuestión, su incorporación en la agenda de problemas, y la toma de decisiones al interior de las instituciones del Estado en torno a dicho problema.

En 1985, la adjudicación de dos posiciones orbitales a la Argentina por la UIT incrementó los recursos naturales disponibles en uso y explotación para el país. Al mismo tiempo, generó las condiciones para el surgimiento de un problema a futuro, al no ocuparlas y poner en riesgo el derecho a hacerlo. Sin embargo, el Estado y diversos sectores de la sociedad civil no identificaron esto como un problema a resolver en ese momento. Cinco años más tarde, un grupo de profesionales universitarios y representantes de las fuerzas armadas estratégicamente situados en una Comisión cercana a la Secretaría de Comunicaciones promovieron la incorporación de este hecho a la agenda de problemas socialmente vigentes. Estos grupos significaron el problema de no ocupar las posiciones orbitales como una pérdida de soberanía nacional en el espacio ultraterrestre y se valieron de múltiples recursos para difundir su visión: interacciones con diversas entidades académicas y centros de I+D, movilización del sector político mediante presentaciones orales y escritas ante el poder legislativo y el poder ejecutivo, y construcción de un proyecto tecnológico socio-técnicamente adecuado a las condiciones históricas del país.

El reconocimiento y la visibilidad de no ocupar las posiciones orbitales como un problema motivó la toma de posición por parte del Estado y de otros agentes privados. Dado que el Estado es una estructura compleja, su posicionamiento frente a la cuestión no tuvo carácter unívoco, homogéneo ni permanente. La presencia de múltiples unidades al interior del Estado con diverso grado de autonomía y con distinto poder de

influencia sobre el proceso de problematización y resolución, generó que las posiciones y decisiones del Estado fueran en muchas ocasiones, contradictorias y/o conflictivas.

Al igual que toda cuestión problematizada socialmente, no ocupar las posiciones orbitales movilizó a otros actores de la sociedad civil. La posición del Estado, aunque no fuera quien instaló la cuestión, fue particularmente significativa, no sólo por su capacidad objetiva de influencia sino por las reacciones y cambios que generó sus políticas en los posicionamientos de los otros actores sociales.

El análisis del período previo al surgimiento de la cuestión permitió afirmar que, en este caso la solicitud de las posiciones orbitales careció de planificación y se desarrolló a partir de la motivación personal de un actor particular, Humberto Ciancaglini. Ello y el desconocimiento generalizado en las esferas del poder sobre las cuestiones del espacio motivó la invisibilidad del problema acerca de no ocupar este recurso estratégico.

Asimismo, la trayectoria de la cuestión permitió afirmar que intervinieron múltiples actores -estatales, militares y civiles- que interactuaron de forma cambiante a lo largo del proceso de resolución. Ello redefinió los términos en que fue significada originalmente la cuestión y, por ende, la forma en que la misma se resolvió. La ocupación de las posiciones y bandas de frecuencia en la órbita geoestacionaria por el Sistema Nahuel constituyó en ese momento la resolución de dicho problema.

La resolución de una cuestión implica que la misma desaparezca como tal de la agenda de problemas, sin que ello signifique que esta haya sido solucionada de manera sustantiva y permanente. El objeto de estudio de esta tesis, dio cuenta que, a inicios del siglo XXI resurgió como cuestión el problema de no ocupar las posiciones orbitales. A diferencia del período anterior, en este segundo momento la puesta en agenda del problema correspondió a una unidad del Estado, la Secretaría de Comunicaciones.

La cuestión fue significada por el gobierno, al igual que en su origen, como una pérdida de soberanía por parte del Estado. Sin embargo, ante la crisis de la solución privada que había derivado en la construcción del Sistema Nahuel, la unidad estatal que reconoció y problematizó la ocupación transitoria o precaria de las posiciones orbitales construyó una solución distinta. La toma de decisiones a nivel de los altos funcionarios de gobierno estuvo articulada con las ideas que asociaban el desarrollo económico con la promoción industrial y la autonomía científico-tecnológica. En función de ello, tales actores decidieron ocupar las posiciones orbitales con tecnología de diseño y fabricación local.

De acuerdo a la inestabilidad de Nahuelsat S.A. -empresa encargada de ocupar y explotar comercialmente las posiciones en el espacio-, las presiones ejercidas por la UIT y otros Estados, la Secretaría de Comunicaciones promovió una solución que comprendía la acción de empresas nacionales de capitales públicos. Para ello, se valió de la autonomía relativa que le otorgó el poder ejecutivo nacional y de la alineación de sus intereses e ideas con los representantes de otras unidades del Estado, entre ellas el poder ejecutivo nacional.

El análisis de esta cuestión permitió observar que, en esta oportunidad la toma de decisiones al interior del Estado tuvo un alto grado de personalismo. Muchas decisiones -creación de ARSAT S.A., alquiler de un sistema satelital transitorio, participación de INVAP S.E., entre otras- tuvieron como base las representaciones y significaciones de actores que, aunque se ubicaban en puestos de relevancia al interior del gobierno nacional, imprimieron su personalidad a la gestión. La existencia de otros actores en lugares centrales de la toma de decisiones, con intereses e ideas similares favoreció no sólo la resolución del problema mediante la ocupación de las posiciones orbitales con tecnología propia, sino que promovió la endogeneización de capacidades en una nueva área de la economía.

5.4. Generación y ampliación de conocimientos y capacidades tecno-productivas

La generación de tecnologías conocimiento intensivas orientadas a la promoción de sectores tecno-productivos implica, necesariamente, el desarrollo de un sistema de retroalimentación para la formación de fuerza laboral calificada, nuevos conocimientos y capacidades, que a la vez llevan a la creación de nueva fuerza laboral calificada. Dado el origen incipiente del sector aeroespacial en Argentina, un rasgo predominante en la década de 1990 fue la escasez de profesionales calificados para la operación de satélites geostacionarios. Ante ello, Nahuelsat S.A. incorporó graduados recientes de la carrera de ingeniería electrónica de distintas universidades públicas y elaboró una política empresarial que contemplaba su formación específica en empresas extranjeras. Esta experiencia permitió el desarrollo de múltiples conocimientos adquiridos a través de distintas vías: la educación formal, la interacción con expertos y el propio desarrollo de la práctica. Este personal estaba a cargo de las áreas de ingeniería satelital y de ingeniería de la estación terrena.

Nahuelsat S.A. reclutó egresados de escuelas técnicas para la ejecución de tareas operativas. Este personal fue capacitado de modo directo al ingresar en la compañía. Una estrategia activa de la empresa fue la implementación de cursos de formación

interna de la operación satelital en general, y de los distintos subsistemas de la estación terrena en particular. Estos cursos tenían una duración promedio de seis meses, eran dictados por el propio personal de la empresa (ingenieros locales) y se convirtieron en una modalidad de formación formal sostenida en el tiempo.

Dado el carácter de tecnología conocimiento-intensiva, la operación satelital demandaba un sistema de formación continua. En función de ello, Nahuelsat S.A. estimuló los procesos de aprendizajes formales e informales, mediante el envío del personal de ingeniería al exterior para estudiar, la participación en eventos satelitales a nivel mundial y la interacción con profesionales de otras empresas, proveedoras y de la competencia. En relación a los aprendizajes informales, resultaron significativos para la acumulación de conocimientos, la práctica concreta ejercida en la operación del Nahuel 1A, así como los problemas derivados de la misma y del análisis de las propuestas extranjeras generadas para la ocupación de la posición 81°O. El riesgo permanente que caracteriza a la actividad satelital generó que los ingenieros de Nahuelsat S.A. documentaran, discutieran y socializaran, en los términos de Nonaka y Takeuchi (1995) todos los conocimientos tácitos que surgían de la propia práctica.

En síntesis, la adquisición de capacidades y la circulación de conocimientos al interior de Nahuelsat S.A. se basó en la interacción estrecha entre los conocimientos formales y explícitos, y los conocimientos informales y tácitos.

De acuerdo a lo planteado por numerosos autores, INVAP S.E. contaba con conocimientos genéricos y capacidades transversales que le permitieron adaptarse a las demandas de un nuevo proyecto en una nueva área de producción. La participación de INVAP S.E. en los proyectos de la CONAE para el diseño y fabricación de satélites de órbita baja generaron múltiples capacidades -de diseño, de ingeniería básica y de detalle, entre otras- que se constituyeron en la base para el emprendimiento del proyecto con ARSAT S.A.

El análisis de la trayectoria socio-técnica de Nahuelsat S.A., así como de INVAP S.E. permitió comprender, como proceso convergente, el surgimiento y la dinámica de ARSAT S.A., puesto que esta última aprovechó la acumulación de capacidades existentes en ambas empresas. El inicio del proyecto satelital promovió la estrecha interacción entre los profesionales de ARSAT S.A. e INVAP S.E., profundizó los vínculos establecidos entre el antiguo personal de Nahuelsat S.A. y los proveedores extranjeros, y forjó la participación de expertos internacionales como asesores y certificadores de la calidad de los artefactos satelitales argentinos. En síntesis, la ocupación de las posiciones orbitales y bandas de frecuencia por artefactos de diseño y fabricación local co-

construyó simultáneamente el sistema satelital y las nuevas capacidades tecnológicas a partir de la sinergia producida entre los distintos actores que intervinieron en el proceso.

Si bien en 1995 no existían los conocimientos en Argentina para la operación de satélites geoestacionarios y por eso se entrenó al personal seleccionado en el exterior, los distintos proyectos satelitales de diseño y construcción en el país, así como el desarrollo de las telecomunicaciones satelitales, crearon una numerosa cantidad de carreras y especializaciones en distintas Universidades de Argentina⁶⁰.

El análisis de las trayectorias institucionales de Nahuelsat S.A. e INVAP S.E., así como el desarrollo de sus múltiples capacidades no alcanzan a explicar el surgimiento de ARSAT S.A. Para comprender el proceso de creación del sector satelital de telecomunicaciones en Argentina es central analizar las políticas públicas, puesto que estas orientan las dinámicas de acumulación y des-acumulación de capacidades tecnológicas, principalmente en aquellas áreas cuyo desarrollo requiere la promoción directa del Estado. Dicho proceso puede ser explícito, -tal como constituyó la desarticulación de la CNIE, el abandono de los proyectos de acceso al espacio mediante vectores de lanzamiento de diseño y fabricación nacional, la creación de CONAE- o puede tener carácter implícito - la destrucción de maquinarias y documentación, la persecución y hostigamiento al personal involucrado en el desarrollo del proyecto Cóndor, o la promoción local de satélites científicos y de observación de la Tierra en un escenario

60 Diez carreras de pregrado (Técnico Superior en Comunicación -Instituto Superior del Profesor de Junín-; Tecnicatura Universitaria en Redes y Telecomunicaciones -Universidad Nacional de Cuyo-; Tecnicatura Superior en Telecomunicaciones -Universidad Tecnológica Nacional, Instituto Universitario Aeronáutico-; Tecnicatura Universitaria en Seguridad Pública y Ciudadana con Orientación en gestión de las Comunicaciones -Instituto Universitario de Gendarmería Nacional Argentina-; Tecnicatura Universitaria de Telecomunicaciones -Universidad Autónoma de Entre Ríos, Universidad Católica de Salta, Universidad Nacional de San Luis-; Tecnicatura en Telecomunicaciones -Universidad del Aconcagua-; Tecnicatura Superior en Telecomunicaciones -IFTS N°24-)

Ocho carreras de grado (Ingeniería en Telecomunicaciones -Universidad Nacional de Cuyo, Universidad Nacional de Río Negro, Universidad Argentina de la Empresa, Universidad Blas Pascal, Universidad Católica de Salta, Universidad del Aconcagua, Universidad del Chubut, Universidad Nacional de San Martín)

Cinco especializaciones (Especialización en Servicios y Redes de Telecomunicaciones -Universidad de Buenos Aires-; Especialización en Tecnologías de Telecomunicaciones -Universidad de Buenos Aires-; Especialización en Gestión Estratégica de Servicios de Telecomunicaciones -Universidad Nacional de Catamarca-; Especialización en Telecomunicaciones Telefónicas -Universidad Nacional de Córdoba-; Especialización en Telecomunicaciones -Universidad Nacional de Rosario-)

Tres maestrías (Maestrías en Ingeniería en Telecomunicaciones -Universidad de Buenos Aires-; Maestría en Ciencias de la Ingeniería mención Telecomunicaciones -Universidad Nacional de Córdoba-; Maestría en Comunicación, Cultura y Discursos Mediáticos -Universidad Nacional de La Matanza-)

Un Doctorado en Ingeniería mención Procesamiento de Señales e Imágenes -Universidad Tecnológica Nacional-

que explícitamente privilegiaba la importación de tecnología-.

Esta investigación permitió comprender que, si bien las trayectorias institucionales individuales son muy importantes en el carácter y la dirección del cambio tecnológico, no constituyen un factor determinante, puesto que la acción de elementos como la política pública pueden acelerarlo, estacionarlo o interrumpirlo. En 2006, el gobierno nacional con el objetivo de recuperar las bases industriales de la economía y la autonomía científico-tecnológica, promovió una política pública basada en la convergencia de capacidades tecnológicas de dos trayectorias tecno-productivas insertas en marcos tecnológicos opuestos. Esta política pública incrementó las capacidades existentes en el área satelital en el país y movilizó un sector de la economía intensivo en conocimiento.

5.5. Generación de un nuevo sector de la economía: las telecomunicaciones

En la década de 1990, la creación de una empresa como Nahuelsat S.A., aún en un escenario donde el gobierno nacional se orientaba por un marco teórico e ideológico liberal, representó el interés de ciertos sectores de la sociedad por generar las condiciones necesarias para el desarrollo socio-económico del país. El proyecto del primer sistema satelital nacional materializado en el Sistema Nahuel, creó un nuevo sector de la economía argentina que moviliza tanto el aparato tecno-productivo como de servicios, las telecomunicaciones. En paralelo a la creación de este sector, se desarrollaron otros factores, tales como artefactos -Nahuel 1A-, conocimientos e infraestructura específicos -estación terrena de Benavidez y Bosque Alegre- y regulaciones sectoriales.

A inicios del siglo XXI, la creación de ARSAT S.A. y el proyecto liderado por el Estado para diseñar y construir satélites de telecomunicaciones en el país dieron un nuevo impulso al sector, al complejizar la trama tecno-productiva, dinamizar las relaciones entre los distintos grupos sociales y aumentar las capacidades tecnológicas disponibles.

El Sistema Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones fue consecuencia de la convergencia e integración sinérgica de capacidades adquiridas tanto en la experiencia de diseño y fabricación local de satélites de órbita baja, como en la operación local del satélite Nahuel 1A. En paralelo, el sistema satelital fue causa del desarrollo de nuevas capacidades que propiciaron el dominio progresivo de nuevos eslabones en la cadena de valor del sector de las telecomunicaciones.

El diseño del Sistema Nahuel era adecuado para cubrir las necesidades nacionales en el ámbito de las comunicaciones. Sin embargo, el mismo fue resignificado para prestar servicios en la región de América Latina. Este cambio en el diseño permitió comprender la articulación de decisiones tecnológicas con medidas de índole política y económica. En el diseño y estructura del satélite Nahuel 1A estaban visibilizadas las obligaciones sustraídas por las empresas europeas, accionistas de Nahuelsat S.A. mediante la firma del Pliego de licitación; las estimaciones negativas respecto al mercado satelital argentino; y las pretensiones de expansión, compartidas por los funcionarios de Nahuelsat S.A. y por algunos funcionarios del gobierno nacional. La operación local de este satélite permitió que los ingenieros y técnicos argentinos se insertaran favorablemente en el eslabón de la operación satelital.

Por su parte, el sistema satelital argentino propició la inclusión de empresas locales como ARSAT S.A. e INVAP S.E. en el reducido conglomerado de firmas que conforman el sector industrial satelital, con dominio de la órbita geoestacionaria. Para ello, fue necesaria la intervención del gobierno nacional en la construcción de funcionamiento no sólo a los artefactos de fabricación nacional, sino a la empresa encargada de su operación. Para comprender la dinámica de este proceso, resulta ineludible considerar las ideas que sustentaron las iniciativas y estrategias desarrolladas por el gobierno nacional, y por otros actores que se alinearon al proyecto.

El análisis del sector de las telecomunicaciones en Argentina permitió visualizar la existencia de trayectorias paralelas, con grupos de actores e intereses distintos que convergieron en un momento dado ante la intervención directa del Estado. En función de ello, la experiencia de ARSAT S.A. constituyó tanto una ruptura como una continuidad respecto a la empresa Nahuelsat S.A. Representó una ruptura, puesto que ARSAT S.A. configuró un modelo que propiciaba la generación endógena de capacidades a partir del desarrollo local de bienes industriales complejos. Ello se oponía a la política de importación de paquetes tecnológicos llave en mano, como había sido el Sistema Nahuel. A su vez, ARSAT S.A. representó una continuidad respecto a Nahuelsat S.A., puesto que dicha empresa se constituyó sobre las bases físicas, artefactuales, financieras, económicas, comerciales, humanas y cognitivas de esta última.

5.6. Estrategias estatales de innovación y desarrollo

Durante la década de 1990, la ocupación de las posiciones orbitales demandó la intervención del Estado, quien mediante la sanción de los decretos PEN Nº 1185/90 y Nº

153/93 y la Res. SC Nº 1202/93 determinó que la explotación comercial de tales recursos estaba en manos de Nahuelsat S.A.

Si bien el Pliego de Licitación había establecido los términos de la explotación comercial del Sistema Nahuel, las presiones internacionales de los grandes operadores satelitales condujeron a que el gobierno nacional estableciera ciertas regulaciones e impusieron limitaciones a Nahuelsat S.A. El establecimiento del sistema de reciprocidad, regulado primero mediante la Res. SC Nº 14/97, luego por la Res. SC Nº 242/97 y finalmente por la Res. SC Nº 3609/99 afectó los intereses comerciales de Nahuelsat S.A. Estas regulaciones al mismo tiempo que sostenían la exclusividad de los sistemas satelitales nacionales, permitían el ingreso de satélites extranjeros en suelo argentino.

Ante el ingreso de satélites extranjeros operados por grandes compañías satelitales, Nahuelsat S.A. vio afectados sus planes de negocios no sólo por la competencia de estos en el mercado argentino, sino debido a la imposibilidad técnica, comercial y financiera de ejecutar los términos de la reciprocidad a su favor en el país contraparte. A inicios del siglo XXI, esta situación en conjunto con otras variables explicó la inviabilidad económica de Nahuelsat S.A.

El diseño, fabricación, integración y operación de los satélites geoestacionarios del proyecto satelital permitieron que empresas de origen nacional y capitales públicos ocupen un lugar significativo en el mercado satelital mundial. Para consolidar el camino iniciado con la ley que dio origen a ARSAT S.A., el Estado nacional estableció el Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035 (2015) en el cual consideró como política de Estado la industria satelital. Sin embargo, dicha política no impidió la discontinuidad de algunos proyectos -ARSAT 3-, la permanencia de regulaciones que establecían limitaciones a la acción de ARSAT S.A. en el mercado argentino -Res. SC Nº 3609/99 y sus modificaciones-, y la competencia de satélites extranjeros en el mercado nacional.

En función de lo anterior, si bien es significativa la generación de dinámicas virtuosas en torno a las actividades de ARSAT S.A. e INVAP S.E., es necesario tener en cuenta las limitaciones que genera la persistencia de ciertas variables que dan cuenta de la inserción periférica de Argentina en el mercado mundial en general, y del mercado satelital en particular.

EPÍLOGO

Hacia la conformación de una política de Estado

En 2015, ARSAT S.A. registraba dos satélites operativos en el espacio: el ARSAT-1 en la posición 72°O, y el ARSAT-2 en la posición 81°O. Mientras que el primero fue ocupado a partir de la migración de clientes que se encontraban en un satélite interino, para la ocupación del segundo, la empresa inició los planes de negocio y firmó tres contratos que representaban una ocupación aproximada del 33% de la capacidad satelital de la plataforma. Para garantizar la soberanía en el espacio, el proyecto inicial implicaba un sistema de tres satélites. Ello resultaba conveniente en términos económicos para la empresa local puesto que podría comercializar servicios en una Banda de frecuencia todavía sin explotación en el país. Para entonces, ARSAT S.A. registraba un superávit de más de \$256 millones.

Para dar continuidad a los objetivos presentes en su ley de creación, ARSAT S.A. firmó un contrato con INVAP S.E. para el inicio del diseño y la construcción del ARSAT-3 y estableció un convenio con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación con el objetivo de desarrollar mejoras en las plataformas satelitales, así como escalar los logros obtenidos mediante su aplicación a otras áreas del entramado industrial. Por otro lado, la empresa pública continuó el tendido de la red de fibra óptica, el establecimiento de estaciones VSAT, el servicio de Televisión Digital Abierta y la ampliación del Data Center, entre otros proyectos.

Estos avances en el desarrollo de la tecnología local de comunicaciones fueron impulsados desde el Estado mediante un conjunto de políticas públicas, entre las cuales estaban la sanción de la Ley de Desarrollo Industrial y el Plan Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones. Estas regulaciones posicionaban al sector satelital como una política de Estado. En función de ello, se presentó una planificación a mediano plazo para la producción de ocho satélites, ya sea para la ocupación de nuevas posiciones orbitales, como para el reemplazo de los artefactos en órbita.

A fines de 2015, la cuestión política generada ante la falta de ocupación de las posiciones orbitales argentinas parecía resuelta. Sin embargo, cuatro años más tarde la potencial pérdida de derechos sobre la posición 81°O en Banda Ka visibilizaba la persistencia del problema. ¿Por qué nuevamente estaban en entredicho los derechos argentinos sobre el recurso órbita/espectro? Responder esta pregunta requiere considerar dimensiones político-ideológicas, tecno-productivas y de economía política,

las cuales darían lugar a su propia investigación. Por ello, en este apartado sólo se avanzó en la presentación de algunos hechos que orientarían una posible explicación.

En las elecciones generales de 2015 los sectores dominantes accedieron por primera vez en la historia moderna de Argentina, al control del Estado a través de un partido propio y un proceso democrático no fraudulento. La gestión del nuevo gobierno nacional avanzó en la transferencia de algunas actividades económicas al mercado. En cuanto a los sectores industriales se registraron algunas decisiones que dieron cuenta del cambio de orientación del nuevo gobierno nacional respecto al desarrollo del país.

A nivel tecno-productivo, las nuevas autoridades promovieron una serie de acciones que promovían la acción privada o directamente paralizaban la acción pública, siendo uno de los más representativos el caso del satélite ARSAT-3. La cancelación de desarrollos tecnológicos no constituyó una decisión aislada, sino que fue parte integrante del conjunto de políticas públicas sancionadas, afines a los principios liberales.

A mediados de 2017, el Ente Nacional de Comunicaciones autorizó el ingreso a suelo argentino de doce nuevos satélites pertenecientes a grandes corporaciones internacionales: INTELSAT, Eutelsat, Hispasat y Telesat y sus subsidiarias regionales, Eutelsat Américas e Hispamar. Dos años más tarde, dicha cifra pasó a veintiséis satélites autorizados. El aumento de participación de estas compañías en el mercado argentino afectó de forma directa los intereses comerciales del operador nacional. En primer lugar, estos nuevos artefactos compitieron directamente con los satélites ARSAT-1 y ARSAT-2. Y, en segundo lugar, el incremento de la competencia se dio en el inicio del proyecto nacional, lo cual vulneró su estabilidad.

En paralelo al aumento de los niveles de competencia en el mercado satelital argentino, ARSAT S.A. firmó un acuerdo preliminar con la empresa norteamericana *Hughes* para la creación de una tercera entidad, *Newco*. Según el documento, esta empresa se creó con el objetivo de proveer servicios de banda ancha en Argentina. Para ello, se reconfiguraba el satélite ARSAT-3. Si bien se garantizaba a INVAP S.E. como contratista principal del proyecto y al personal de ARSAT S.A. como responsables de su operación, los nuevos satélites serían propiedad de *Newco*.

El acuerdo con *Hughes* resultaba contradictorio con las regulaciones que habían dado origen a ARSAT S.A. puesto que, si bien en el Estatuto de la firma se alentaba la participación privada nacional o extranjera, el poder decisorio, en última instancia se reservaba en manos del Estado. El acuerdo otorgaba relevancia a *Hughes* al retener al menos el 51% de la participación de capital en *Newco*, así como el carácter de proveedor

exclusivo tanto de los equipos de la red terrestre como de la tecnología satelital de banda ancha.

La visibilización social del acuerdo preliminar llevó a que éste no se concretara, lo cual en lo inmediato derivó, como sanción para la empresa pública, en la cancelación del tercer satélite de ARSAT S.A., y el abandono de facto del plan de diseño y producción de ocho nuevos artefactos en las siguientes dos décadas. Estas medidas, aparentemente aisladas pero consistentes con el modelo de acumulación liberal, implicaron el abandono de una política de estado (Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035) y la pérdida de mano de obra de alta calificación. Todo ello puede entenderse como una des-acumulación de capacidades tecno-productivas, máxime teniendo en cuenta su complejidad en países periféricos. Luego, cuando los intelectuales liberales enumeran los altos costos de la industrialización en países como Argentina (para reducirlos), nunca evalúan el costo de interrumpir estos procesos que ya atravesaron umbrales de aprendizaje significativos.

En 2019, año estipulado para el lanzamiento del ARSAT-3, vencía el plazo de ocupación de la posición 81°O en Banda Ka. Las autoridades gubernamentales promovieron el retorno de una estrategia ya conocida, el alquiler de satélites a operadores internacionales. Lo interesante, además del contexto nacional en que tuvo lugar el arrendamiento de un satélite extranjero, fue que la operación se dio en condiciones comparativamente negativas respecto a las registradas con anterioridad. Mientras las operaciones previas -ocho satélites interinos- para preservar las posiciones orbitales argentinas habían tenido un costo de 5 millones de euros en total, el alquiler del Astra 1H a SES fue de siete millones de euros. La diferencia de valor no puede sustentarse en la vida útil del artefacto, ya que el mismo contaba con casi veinte años desde su puesta en órbita.

El arrendamiento del satélite Astra 1H por ARSAT S.A. representó no sólo un costo irrecuperable mediante la venta de sus servicios, sino un riesgo para la ocupación de la posición 81°O. El escaso combustible en el satélite afectaba seriamente las maniobras de reubicación en una órbita "cementerio". La imposibilidad de desorbitar un satélite inactivo constituye un impedimento para la puesta de satélites activos y una infracción a los reglamentos internacionales estipulados por la UIT.

La investigación de base empírica de un caso como el que lideraron ARSAT S.A. e INVAP S.E. permite identificar la existencia de amplias capacidades ingenieriles y técnicas a nivel local para generar tecnologías conocimiento-intensivas en un área estratégica de la economía. También permite explicar aspectos de los procesos de formulación de

políticas públicas, en especial aquellos que promueven una mayor integración del tejido tecno-productivo. Sin embargo, los hechos recientes en materia satelital permiten visualizar la facilidad con la que un gobierno diferente al que promovió el proceso desanduvo un proyecto tecno-productivo en un período de tiempo muy breve y sin costos políticos.

Estas evidencias permiten sostener que si bien en el período 2003-2015 se construyó un Estado con crecientes capacidades para la formulación y ejecución de políticas públicas, las mismas eran fácilmente reversibles. En función de ello, debe tenerse presente que la construcción de estrategias de desarrollo sustentable debe ser permanente y conformarse como una política de Estado, creando densos y complejos instrumentos de política pública que generen mayor irreversibilidad.

En términos generales, una política de Estado performa a lo largo del tiempo el interés nacional, a través de las visiones que sostienen las fracciones de la clase dominante respecto al ordenamiento político, económico, geopolítico y geoeconómico del mundo, así como el tipo de inserción en el mismo.

Los hechos presentados dan cuenta que el proyecto liderado por ARSAT S.A. e INVAP S.E. no representaba los intereses de la fracción de clase que accedió al poder en 2015 ni tampoco era congruente con su visión del país. La construcción del interés nacional en términos ajenos al desarrollo tecno-productivo endógeno y el carácter incipiente del proceso bajo análisis desaceleraron el proceso para que la industria satelital se constituyera en una política de Estado.

En un escenario con modelos contradictorios de país, el desarrollo basado en estrategias tecno-productivas de alta complejidad requiere de un entramado más denso que disminuya el carácter reversible de las acciones emprendidas.

BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTOS

Bibliografía

Adler, E. (1987). *The power of ideology. The quest for technological autonomy in Argentina and Brazil*, University of California Press, Berkeley.

Albornoz, M. y Gordon, A. (2011). La política de ciencia y tecnología en Argentina desde la recuperación de la democracia (1983-2009). Albornoz, M. y Sebastián, J. (Eds.). *Trayectoria de las políticas científicas y universitarias de Argentina y España*. Madrid, CSIC.

Arrow, K. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, 29(3):155-173. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2295952>

Artola, R. (2019). *La Carrera especial: del Sputnik al Apollo 11*. España. Alianza Editorial. ISBN 9788491815396.

Azpiazu, D., Basualdo, E. y Khavisse, M. (2004). *El nuevo poder económico en la Argentina de los años 80*. Argentina, Siglo XXI.

Azpiazu, D. y Schorr, M. (2010). *Hecho en Argentina. Industria y economía, 1976-2007*. Buenos Aires. Siglo XXI editores.

Barberá Tomás, D. (2010). La evolución tecnológica del disco artificial según la Teoría del ciclo de vida del producto. Tesis doctoral no publicada. Universidad Politécnica de Valencia
Recuperado de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/32137/5/tesisUPV3242.pdf>

Basualdo, E. (2013). *Estudios de historia económica argentina. Desde mediados del siglo XX a la actualidad*. Buenos Aires. Siglo XXI editores.

Belini, C. (2006). Reestructurando el estado industrial: el caso de la privatización de la DINIE, 1955-1962. *Desarrollo Económico –Revista de Ciencias Sociales*, 46(181).

Belini, C. (2001). DI.N.I.E. y los límites de la política industrial peronista, 1947-1955. *Desarrollo Económico –Revista de Ciencias Sociales*, 41(161):97-119.

Bijker, W. (1995). *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change*, The MIT Cambridge.

Bisang, R. et al (1996). La transformación industrial en los noventa. Un proceso con final abierto. *Desarrollo Económico*. 36:187-216.

Blinder, D. (2018). Política espacial argentina: rupturas y continuidades (1989-2012). M. L. Diego Aguiar, *Políticas de ciencia, tecnología e innovación en la Argentina de la posdictadura* (págs. 105-126). Viedma, Río Negro, Argentina: Editorial UNRN.

Blinder, D. (2012). Ciencia y Tecnología en clave Centro-Periferia: apuntes para la investigación. *Debates Latinoamericanos*, 1(19):41-59. Recuperado de <http://www.rlcu.org.ar/revista>

Blinder, D. y Hurtado de Mendoza, D. (2019). Satélites, territorio y cultura: ARSAT y la geopolítica popular. *Revista Transporte y Territorio*, (21), 6-27. Recuperado de <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/rtt/article/view/7147/6395>

Boado, G., Aurelio, J., y Nahuys, H. (2012). Flying a Crippled Satellite. *American Institute of Aeronautics and Astronautics*. Recuperado el 01 de Mayo de 2019, de <http://arc.aiaa.org|DOI:10.2514/6.2012-1293306>

Bogado, M., Tamasi, M., Bolzi, C. y Raggio, D. (2015). Desarrollo de sensores solares en Argentina para aplicaciones terrestres y espaciales. *Revista Brasileira de Energía Solar*, VI(1):57-67.

Brenta, N. (2002). La Convertibilidad Argentina y el Plan Real de Brasil: concepción, implementación y resultados en los años '90. *Ciclos*, 23.

Breul, S., Kiehling, R., y Niehaus, F. (2012). LEOP Operations for a New GEO Satellite Platform. *American Institute of Aeronautics and Astronautics*.

Cabot, D. y Olivera, F. (2011). *El buen salvaje: Guillermo Moreno. La política del garrote*. Buenos Aires. Sudamericana.

Cabrera, R. (2015). *Satélites. De la Luna al Arsat*. Buenos Aires. Eudeba.

Cáceres, Y. (2020). Capacidades tecnológicas y procesos de aprendizaje para el desarrollo local de satélites de telecomunicaciones en Argentina (1985-2015). *Revista Debates sobre la Innovación*, 4(1) ISSN: 2594-0937.

Cáceres, Y. (2019). La producción de tecnologías conocimiento-intensivas en Argentina (1985-2015). *XVII Jornadas Interescuelas de Historia*. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca.

Cáceres, Y. y Picabea, F. (2020). La industria satelital de telecomunicaciones. Un sector estratégico para los países en desarrollo. *XIII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, ESOCITE*. Montevideo, Uruguay.

Cáceres, Y. y Picabea, F. (2019). Desarrollo tecnológico y producción de conocimientos en el Proyecto ARSAT-1 (2006-2014). *III Congreso Argentino de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (CAESCYT)*, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata.

Cáceres, Y. y Picabea, F. (2018a). Producción de conocimientos y desarrollo de capacidades en una empresa del Estado (2006-2014). *VIII Jornada de la División Historia*. Universidad Nacional de Luján, Luján.

Cáceres, Y. y Picabea, F. (2018b). La producción de tecnologías estratégicas para la explotación de la órbita geoestacionaria y las bandas de frecuencia en la Argentina (1985-2015). *XII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, ESOCITE*. Santiago de Chile, Chile.

Cáceres, Y. y Urcelay, F. (2018). Generación local de capacidades tecno-productivas y autonomía económica: la experiencia de la División Electrónica de FATE. *VIII Jornadas de la División Historia. En el centenario de la Reforma Universitaria*. Universidad Nacional de Luján.

Callon, M. (1992). The dynamics of techno-economic networks. Coombs, R. Saviotti, P. y Walsh, V. *Technological changes and company strategies: economical and sociological perspectives*, Harcourt Brace Jovanovich Publishers, Londres.

Castells, M. J. y Schorr, M. (2015). Cuando el crecimiento no es desarrollo. Algunos hechos estilizados de la dinámica industrial en la posconvertibilidad. *Cuadernos de Economía Crítica*. 2: 49-77. La Plata, Argentina, Sociedad de Economía Crítica.

Ciancaglini, H. (1992). Evolución del estudio y decisión de implantación de un satélite doméstico en la Argentina. *Disertación sobre el Satélite Doméstico Argentino*. Argentina: Fundación Integración.

Clarke, A. (1968 [1945]). The Space Station. Its Radio Application. *Spaceflight*, 10(3):85-86.

Clarke, A. (1945). Extra-Terrestrial Relays. Can Rocket Satations Give World-Wide Radio Coverage?. *Wireless World*, 305-308.

Cohen, W. y Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Special Issue: Technology, Organizations and Innovation*. 35(1):128-152.

Cohen, W. y Levinthal, D. (1989). Innovation and learning: The two faces of I+D. *The economic Journal*. 99(397).

Dagnino, R. (1994). To the barracks or in the labs. Military programmes and Brazilian S&T policy. *Science&Public Policy*, 20(9):389-395.

Dagnino, R. (1993). A indústria aeronáutica. ECIB, Estudo da competitividade da indústria brasileira. Nota técnica setorial, IE/UNICAMP/MCT/FINEP/PADCT, Campinas.

Dagnino, R. (1987), *Brazilian Aeronautics Industry*, IG/UNICAMP, Campinas, Mimeo.

Dagnino, R. y Proença, D. (1998). The Brazilian Arms Industry and Civil Military Relations. Kaldor, M.; Albrecht, U. y Schmeder, G. (Eds.), *The End of Military Fordism*, Pinter/ The United Nations University, Londres y Washington.

Davenport, T., De Long, D. y Beers, M. (1997). *Building Successful Knowledge Management Projects*. Center for Business Innovation.

De Dicco, R. (2007). Satélites Argentinos serie SAC. *Ciencia y Energía*, 1-28.

De León, P. (2017). *El Proyecto del Misil Cóndor. Su origen, desarrollo y cancelación*. Carapachay: Lenguaje Claro.

De León, P. (2018). *Historia de la Actividad Espacial en Argentina*. Carapachay: Lenguaje Claro.

Di Tella, G. y Zimelman, M. (1973) *Ciclos del Desarrollo económico argentino*. Buenos Aires, Paidós.

Domínguez, N. A. (1991). *Satélites. Más allá de la tecnología y de la guerra* (Vol. II). Buenos Aires, Argentina, Instituto de Publicaciones Navales del Centro Naval.

Domínguez, N. A. (1990). *Satélites. V etapa tecnológica naval y su incidencia en la guerra de Malvinas* (Vol. I). Buenos Aires, Argentina, Instituto de Publicaciones Navales del Centro Naval.

Dosi, G. (1988). The Nature of Innovative Process. Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. y Soete, L. (eds.): *Technical Change and Economic Theory*. Londres, Pinter.

Drewes, L. (2014). *El sector espacial argentina: Instituciones referentes, proveedores y desafíos*, ARSAT, Empresa Argentina de Soluciones Satelitales.

Elbert, B. (2008). *Introduction to Satellite Communication*. Norwood: Artech House Inc.

Ferrer, A. (2004): *La economía argentina: desde sus orígenes hasta principios del siglo XXI*. 3a. ed. Buenos Aires: FCE.

Godfrin, E., Martínez Bogado, M. G., Tamasi, M. y Durán, J. (1999). *Primera experiencia de celdas solares argentinas en el espacio. Análisis preliminar de los resultados*. Buenos Aires: Grupo de Energía Solar, Dpto. de Física. Centro Atómico Constituyentes. CNEA.

Godfrin, E., Fernández Slezak, D., y Durán, J. (2005). *Misión satelital SAC-D/Aquarius: diseño preliminar del panel solar y simulaciones del comportamiento del subsistema de potencia*. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9.

Goytea, R. (1992). *El Satélite Argentino: una trascendente decisión*. Buenos Aires, Argentina: Fundación Integración.

Guevara, P. (2013). *La Unión Internacional de Telecomunicaciones como reguladora internacional de la temática del Roe*. Pontificia Universidad Javeriana Cali. Facultad De Humanidades. Carrera De Derecho. Consultado el 24 de agosto de 2018. Recuperado de:

http://www.javerianacali.edu.co/sites/ujc/files/node/fielddocuments/field_document_file/a_union_internacional_de_telecomunicaciones_como_reguladora_internacional_de_la_tematica_del_roe.pdf

Gusfield, J. (2014). *La cultura de los problemas públicos: el mito del conductor alcoholizado versus la sociedad inocente*. (T. B. Arijón, Trad.) Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI.

Gutti, P., (2008). *Características del proceso de absorción tecnológica de las empresas con baja inversión en I+D: un análisis de la industria manufacturera argentina*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de General Sarmiento.

Herrera, A. (1971). *Ciencia y política en América Latina*. Buenos Aires, Siglo XXI.

Hughes, T. (1983). *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880-1930*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore y Londres.

Hurtado de Mendoza, D. (2014). *El sueño de la Argentina Atómica. Política, tecnología nuclear y desarrollo nacional (1945-2006)*. Buenos Aires, Edhasa.

Hurtado de Mendoza, D. (2010). *La ciencia argentina. Un proyecto inconcluso 1930-2000*. Buenos Aires, Edhasa.

Hurtado de Mendoza, D., Bianchi, M. y Lawler, D. (2017). Tecnología, políticas de Estado y modelo de país: el caso ARSAT, los satélites geoestacionarios versus los cielos abiertos. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 2(1):48-71. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/18640>

Hurtado de Mendoza, D., y Loizou, N. (2018). Desregulación de sectores estratégicos en contexto semiperiférico: las comunicaciones satelitales en Argentina, 1991-2006. *América Latina Historia Económica*.

Katz, C. (2016). *Neoliberalismo, Neodesarrollismo, Socialismo*. Buenos Aires: Batalla de Ideas Ediciones.

Katz, J. (1978). Cambio tecnológico, desarrollo económico y las relaciones intra y extra regionales de la América Latina. *Monografía de trabajo N°30*. Programa BID-CEPAL sobre Investigación en Temas de Ciencia y Tecnología.

Katz, J. y Ablin, E. (1977). Tecnología y exportaciones industriales: un análisis microeconómico de la experiencia argentina reciente. *Desarrollo Económico*, 65, Buenos Aires.

Katz, J. y Cibotti, R., (1976). *Marco de referencia para un programa de investigación en temas de ciencia y tecnología en América Latina*. Programa BID-CEPAL sobre Investigación en Temas de Ciencia y Tecnología. BIDCEPAL.

Kim, L., (2001). La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*. 168:153-169, UNESCO.

Kosacoff, B., (1993). La industria argentina: un proceso de reestructuración desarticulada. Kosacoff, B., (comp.) *El desafío de la competitividad. La industria argentina en transformación*. Alianza Editorial.

Kulfas, M. (2017). *Los tres kirchnerismos. Una historia de la economía argentina 2003-2015*. Buenos Aires. Siglo XXI.

Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*, 20(2):165-186.

Lalouf, A. (2005). *Construcción y deconstrucción de un "caza nacional". Análisis socio-técnico del diseño y producción de los aviones Pulqui I y II (Argentina 1946-1960)*. Tesis de Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Bernal, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes.

Lalouf, A. y Thomas, H. (2004), Desarrollo tecnológico en países periféricos a partir de la cooptación de recursos humanos calificados. Aviones de caza a reacción en la Argentina, *Convergencia*, 11(35):221-248.

Ledesma, L. (2007). *La posición histórica de Argentina frente al Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares (TNP) y su cambio en los 90s*. Tesis de Maestría en Relaciones y negociaciones internacionales. Universidad de San Andrés. Departamento de Ciencias Sociales. Recuperado de <http://repositorio.udes.edu.ar/jspui/handle/10908/919>

Liahut, A. (2011). *El honeycomb (estructura de panal) como refuerzo estructural*. Tesis para alcanzar el grado en Ingeniería Mecánica-Electricista. Veracruz: Universidad Veracruzana.

López, A., Pascuini, P. y Ramos, A. (2017) *Al infinito y más allá. Una exploración sobre la Economía Espacial en Argentina*, Instituto Interdisciplinario de Economía Política, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas.

Lundvall, B. (1992). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, Pinter, Londres.

Lundvall, B. (1985). *Product Innovation and User-Producer Interaction*, Aalborg: Aalborg University Press.

Lundvall, B. y Johnson, B. (1995). The Learning Economy. *Journal of Industry Studies*, 1:23-42. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1080/13662719400000002>

Maclaine Pont, P. y Thomas, H. (2009). How wine functions: the socio-technical alliance of Mendocino quality wine. Presentada en 4S Congress, Theories and Methods in Latin American STS, Washington D.C. 28 de octubre a 1 de noviembre de 2009.

Menem, C. (1999). *Universos de mi tiempo*. Buenos Aires: Sudamericana.

Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995). *La organización creadora del conocimiento*. Oxford: Oxford University Press.

Ortega Rangel, R., (2005). Aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en un grupo del sector siderúrgico. *INNOVAR*. Universidad Nacional de Colombia, enero-junio, pp: 90-102.

Oyarzábal, X. (1997). Argentine Space Assests. *Tesis de doctorado Postgraduate Naval School*. Monterrey, California, Estados Unidos.

Ozslack, O. y O'Donnel, G. (1995). Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia d einvestigación. *REDES*, 2(4):99-128. Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

Picabea, F. (2017). Desindustrialización y destrucción tecno-productiva durante la última dictadura cívico-militar argentina. El proceso de cierre de IME (1976-1980). *Realidad Económica*, 307:93-123.

Picabea, F. (2012). Apogeo, inercia y caída del proyecto metalmecánico tecno-nacionalista. El caso de Industrias Mecánicas del Estado (Argentina 1952-1980). Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.

Picabea, F. (2010). Análisis de la trayectoria tecno-productiva de la industria estatal argentina. El caso IAME (1952-1955). Vessuri, H. (Ed.) *Conocer para transformar. Producción y reflexión sobre ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica*, Caracas, Unesco, lesalc.

Picabea, F. y Cáceres, Y. (en prensa). De Nahuelsat a ARSAT: análisis de la producción de satélites de telecomunicaciones en Argentina. D. Aguiar, & M. y. Lugones, *Políticas y desarrollo de tecnologías intensivas en conocimiento en la Argentina (1983-2015)*. Viedma : Editorial UNRN.

Picabea, F. y Lalouf, A. (2012) "General, si usted me permite, yo le voy a fabricar automóviles en el país". Un nuevo abordaje sobre la producción automotriz en la Argentina (1946-1952). *Apuntes de Investigación de CECYP*, (21):49-74.

Picabea, F. y Thomas, H. (2015). *Autonomía tecnológica y Desarrollo Nacional. Historia del diseño y producción del Rastrojero y la moto Puma*. Buenos Aires: Cara o Ceca.

Picabea, F. y Thomas, H. (2011a). Política económica y producción de tecnología en la segunda presidencia peronista. Análisis de la trayectoria socio-técnica de la motocicleta Puma (1952-1955). *REDES*, 17(32):65-94.

Picabea, F., y Thomas, H. (2011b). El Rastrojero, un camión para todos los caminos de la patria. Análisis socio-técnico del proyecto de producción automotriz local integrada en la segunda presidencia peronista (1952-1955). *Revista Realidad Económica*.

Pinch, T. y Bijker, W. (1987). The Social Construction of Facts and Artifacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. Bijker,

W., Hughes, T. y Pinch, T. (Eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, The MIT Press, Cambridge.

Porta, F., Santarcángelo, J. E., y Schteingart, D. (2017). Un proyecto político con objetivos económicos. Los límites de la estrategia Kirchnerista. Pucciarelli, A. y Castellani, A. (coord.) *Los años del kirchnerismo. La disputa hegemónica tras la crisis del orden neoliberal*, Buenos Aires, Siglo XXI Editores Argentina.

Pucciarelli, A. y Castellani, A. (2017). *Los años del kirchnerismo. La disputa hegemónica tras la crisis del orden neoliberal*. Buenos Aires. Siglo XXI.

Rosemberg, N. (1982). *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.

Rubio, J., Núñez, P. y Diéguez, G. (2018). Empresas públicas, gobernanza y desarrollo: el rol de los directorios. Documento de políticas públicas. Área de Estado y Gobierno. Programa de Gestión Pública. Recuperado de <https://www.cippeec.org/wp-content/uploads/2018/03/202-DPP-GP-Empresas-p%C3%BAblicas-gobernanza-y-desarrollo.-El-rol-de-los-directorios.-Rubio-Nu%C3%B1ez-Dieguez.-Febrero-2018.pdf>

Sábato, J. (1979). El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia. *Colección PLACTED*.

Sánchez Horneros Pérez, (2015). *Hispaviación*. Recuperado de <http://www.hispaviacion.es/la-industria-aeronautica-y-los-materiales-compuestos-la-tecnologia-carbon-forge/>

Seijo, G. y Cantero, H. (2012). ¿Cómo hacer un satélite espacial a partir de un reactor nuclear? Elogio de las tecnologías de investigación en INVAP. *REDES*, 18(35):13-44.

Sierra, M. y Rus, G. (2017). *ARSAT en la encrucijada. Entre la apertura de cielos, la privatización y el Desarrollo de la industria satelital nacional*. Argentina, OINK.

Solingen, E. (1996). *Industrial Policy, Technology and International Bargaining. Designing Nuclear Industries in Argentine and Brazil*, Stanford University Press, Stanford.

Solis Santomé y Santos Reyes (2016). Diagnóstico de la situación actual de satélites. *Revista Electrónica Humanidades, Tecnología y Ciencia*. Instituto Politécnico Nacional.

Thomas, H. (2008). Estructuras cerradas versus procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico. Thomas, H. y Buch, A. Comp. (2008) Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología. UNQ-Bernal.

Thomas, H. (2006). *Trayectorias socio-técnicas y Estilos de cambio tecnológico en países subdesarrollados: la Resignificación de Tecnologías* (Argentina, 1930-2006). XX JHEA, Mar del Plata.

Thomas, H. (2001): Estilos socio-técnicos de innovación periférica. La dinámica del SIN argentino, 1970-2000. XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica: Innovación Tecnológica en la Economía del Conocimiento, CD ISBN: 9968-32-012-9, San José de Costa Rica.

Thomas, H. (1999), *Dinâmicas de inovação na Argentina (1970-1995) Abertura comercial, crise sistêmica e rearticulação*, Tesis de doctorado, Departamento de Política Científica e Tecnológica –UNICAMP, Campinas.

Thomas, H., Versino, M y Lalouf, A. (2008). La producción de tecnología nuclear en Argentina; el caso de la empresa INVAP. *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, 47(188):543-575.

Thomas, H., Versino, M. y Lalouf, A. (2006). Trayectorias socio-técnicas, estilos de innovación y cambio tecnológico, resignificación de tecnologías y conocimientos genéricos en países subdesarrollados. VI Jornadas latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la tecnología (ESOCITE).

Thomas, H., Versino, M. y Lalouf, A. (2003). Dinámica socio-técnica y estilos de innovación en países subdesarrollados: operaciones de resignificación de tecnologías en una empresa nuclear y espacial argentina. Ponencia presentada en el X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica: “Conocimiento, Innovación y Competitividad: Los Desafíos de la Globalización- ALTEC 2003”, UNAM- México D.F. (México).

Torres Durán, D. (2014). Saturación de la órbita de los satélites geoestacionarios y limitación del recurso órbita-espectro: problemas de acceso a los servicios de telecomunicaciones. Bogotá, Colombia: Facultad de Derecho. Universidad de Los Andes.

Urcelay, F. (2018). De fabricación de aviones al diseño aeronáutico em la Argentina. Análisis de la trayectoria sócio-técnica del Instituto Aerotécnico de Córdoba durante la etapa de sustitución de importaciones (1943-1955). *XII Jornadas Latinoamericanas de Estudios de la Ciencia y la Tecnología*. ESOCITE, Santiago de Chile, Chile.

Valles, M. (1999). Técnicas de conversación, narración (I): las entrevistas en profundidad. *Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional*. Madrid. Editorial Síntesis.

Varela, M. (2003). *Cultura de masas, técnica y nación. La televisión argentina 1951-1969*. Tesis para acceder al título de Doctor en Filosofía y Letras (publicada). Buenos Aires: FILO. UBA.

Varsavsky, Ó. (1969). *Ciencia, política y cientificismo*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Versino, M. (2006). *Análise sócio-técnica de processos de produção de tecnologias intensivas em conhecimento em países subdesenvolvidos. a trajetória de uma empresa nuclear e espacial argentina (1970-2005)*. Tesis para acceder al título de Doctora en Política Científica en Campinas- Sao Paulo, Brasil.

Versino, M. y **Russo**, C. (2010). Estado, tecnología y territorio: el desarrollo de bienes complejos en países periféricos. *Revista de Estudios Regionales y mercado de trabajo*. 6:283-302.

Villavicencio, D. y **Arvanitis**, R., (1994). Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico: reflexiones basadas en trabajos empíricos. *El Trimestre Económico*. 61:257-279.

Yoguel, G., **Barletta**, F. y **Pereira**, M. (2013). De Schumpeter a los postschumpeterianos: viejas y nuevas dimensiones analíticas. *Problemas del desarrollo*. 44(174):35-59. Recuperado de <http://nickfest.freeman-centre.ac.uk/conference-program/a-pyka-p-p-saviotti.pdf>.

Zícari, J. (2017). Del colapso de la convertibilidad a las bases económicas de la recuperación. La economía política de la presidencia de Eduardo Duhalde. Pucciarelli, A. y Castellani, A. (Coord.) *Los años del kirchnerismo. La disputa hegemónica tras la crisis del orden neoliberal*. Buenos Aires. Siglo XXI.

Fuentes documentales

Acuerdo entre el gobierno de la República Argentina y el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos (1997). INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Acuerdo entre el gobierno de los Estados Unidos y el gobierno de la República Argentina (1998). INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Acuerdo entre el gobierno de la República Argentina y el gobierno del Reino de España (1999). INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Acuerdo entre el gobierno de la República Argentina y el gobierno de Canadá (2000). INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Acuerdo entre el gobierno de la República Argentina y el gobierno de la República Federativa del Brasil (2001). INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Agência Nacional de Telecomunicações. (1999). ATO Nº 3.643. Brasil.

Amir, A. y Weiss, S. (2000). *Daimler Chrysler Aerospace*. Obtenido de Encyclopædia Britannica: <https://www.britannica.com/topic/DaimlerChrysler-Aerospace>

Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos estratégicos 2012-2015. (s.f.).

ARSAT S.A. (2006). Memoria y Balance General al 31 de diciembre de 2006.

ARSAT S.A. (2007). Memoria y Balance General al 31 de diciembre de 2007.

ARSAT S.A. (2008). Memoria y Balance General al 31 de diciembre de 2008.

ARSAT S.A. (2009). Memoria y Balance General al 31 de diciembre de 2009.

ARSAT S.A. (2010). Memoria y Balance General al 31 de diciembre de 2010.

ARSAT S.A. (2011). Memoria y Balance General al 31 de diciembre de 2011.

ARSAT S.A. (2012). Memoria y Balance General al 31 de diciembre de 2012.

ARSAT S.A. (2013). Memoria y Balance General al 31 de diciembre de 2013.

ARSAT S.A. (2014). Memoria y Balance General al 31 de diciembre de 2014.

ARSAT S.A. y Nahuelsat S.A. (2007). Acta Acuerdo. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Asociación Argentina Interplanetaria. (1960). Boletín de la Asociación Argentina Interplanetaria. 6(22-23).

Auditoría General de la Nación. (2003). *Informe de Auditoría*. Buenos Aires.

Bär, N. (2018). Murió el astrónomo Marcos Machado, uno de los pioneros de la actividad satelital. *La Nación*. Recuperado el 26 de 03 de 2019, de

<https://www.lanacion.com.ar/sociedad/murio-astronomo-marcos-machado-uno-pioneros-actividad-nid2174927>

Bär, N. (2017). Satélites científicos: un programa que ya cumplió 30 años y se plantea más logros. *La Nación*. Recuperado el 26 de marzo de 2019 de <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/satelites-cientificos-un-programa-que-ya-cumplio-30-anos-y-se-plantea-mas-logros-nid1983363>

Bianchi, M. (2018). Exposición de Matías Bianchi. Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.

Business Insurance (2009). Lending Brokers 2007: AON Corp. Recuperado el 22 de septiembre de 2020 de <https://www.businessinsurance.com/article/99999999/PAGES/636#>

Cámara Argentina de Desarrollos y Aplicaciones Satelitales. (1993). Conferencia Sistema Satelital Nahuel. *Revista Comunicación*. Buenos Aires.

Cámara de Diputados de la Nación. (1990). Exposición en la Cámara de Diputados de la Nación con motivo de las Jornadas Legislativas de Comunicaciones. Buenos Aires.

Cámara de Diputados de la Nación. (15 de Diciembre de 2001). Orden del Día N°2.759. *Diario de Sesiones Ordinarias 2001*.

Cámara de Senadores de la Nación. (2005).

Caruso, D. (30 de Septiembre de 2011). Misión SAC-D/Aquarius. Desarrollo, lanzamiento y chequeo en órbita.

Comisión Académico-Universitaria para Asuntos Espaciales. (15 de Agosto de 1990). Memorándum-Referente. *Satélite Nacional Multipropósito de Comunicaciones*.

Comisión Nacional de Comunicaciones. (2013). *Manual Integral de Radiodifusión. El Espectro Radioeléctrico*. CABA: Comisión Nacional de Comunicaciones.

Comission of the European Communities. (28 de abril de 2005). Regulation (EC) N° 139/2004 Merge Procedure. *Case N° COMP/M.3680 ALCATEL/ FINMECCANICA/ ALCATEL ALENIA SPACE & TELESPAZIO*. Bruselas: Office for official Publications of the European Communities. Recuperado de https://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/decisions/m3680_20050428_20212_en.pdf

CONAE (2004). Propuesta de Misión Satelital Geoestacionaria de Comunicaciones.

CONAE-NASA. (16 de octubre de 1997). Memorandum de Entendimiento entre la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de los EE.UU. y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de la República Argentina en relación con el vuelo de la Misión SAC-A en el Transbordador Espacial. Buenos Aires.

Coordenadoria de Editoria e Imprensa do STJ. (2008). Homologação de sentença estrangeira confirma acerto de dívida entre Embratel e Nahuelsat. *Lex Universal*.

Decreto PEN N° 11.145/58. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 1.164/60. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 17.395/67. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 8.541/68. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 1.671/83, INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 1.185/90. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 549/91. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 995/91. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 2.061/91. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 466/92. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 153/93. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 1.321/93. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 2.501/93. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 626/07. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 1.148/09. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 364/10. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 459/10. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 1.522/10. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 835/11. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 345/12. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN N° 2.426/12. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN Nº 2.427/12. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN Nº 671/14. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Decreto PEN Nº 677/15. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Estatuto de ARSAT S.A. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Estatuto de NahuelSat S.A. (1993). IGJ.

Euroconsult. (2013). *Satellites Built & Launched 2013*. Recuperado de <https://digital-platform.euroconsult-ec.com/product/satellites-to-be-built-launched/>

Expte. Nº 064-004102/00. Ministerio de Economía de la Nación. Secretaría de Defensa de la Competencia y del Consumidor.

Expte. Nº 2139-D-2014. Cámara de Diputados de la Nación.

González, B. (1991). Mensaje al país del Ministro de Defensa. Ministerio de Defensa. Archivo personal del ingeniero Néstor Domínguez.

Ingeniería de Organización de Empresas (2002). *La industria aeroespacial*. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de <http://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/informe2002/menu.html>

La Badrich, (2016). Algunas enseñanzas del Gral. Ing. Manuel Savio. Recuperado de <http://www.labaldrich.com.ar/algunas-enseñanzas-del-gral-ing-manuel-savio/>

Ley Nº 19.798/72. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Ley Nº 26.092/06. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Ley Nº 26.224/07. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Ley Nº 27.078/14. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Ley Nº 27.208/15. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Loral Space & Communications LTD (1998), *Annual Report*. Recuperado de <http://www.loral.com/Investors/financials-and-filings/Annual-Reports/default.aspx>

Memorándum de Entendimiento entre el Secretario de Comunicaciones de la República Argentina y el Viceministro de Transporte, Obras Públicas y Administración de Agua de los Países Bajos (2000). INFOLEG. Ministerio de Economía.

Memorándum de la Comisión Académico-Universitaria al Señor Presidente de la República Argentina, Dr. Carlos Menem (1991). Archivo personal del ingeniero Néstor Domínguez.

Miret, J. (1981). Memorándum de la Secretaría de Planeamiento de la Presidencia de la Nación, 23 de abril.

Nahuelsat S.A. (1993) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (1994) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (1995) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (1996) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (1997) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (1998) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (1999) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (2000) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (2001) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (2002) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (2003) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (2004) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Nahuelsat S.A. (2009) *Memoria y Balance de Nahuelsat S.A.* IGJ.

Organización de Estados Americanos. Decisión 395. Recuperado de <http://www.sice.oas.org/Trade/Junac/decisiones/DEC395s.asp>

Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035. (2015). Buenos Aires, OINK.

Rahn, D. (1991). *Release 91-126 US and Argentina Sing Space Cooperation Agreements.* Headquarters, Washington DC, US.

Resolución SC 966/64. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Resolución sc 177/74. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Resolución sc 745/74. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Resolución sc 467/78. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Resolución sc 272/79. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución sc 670/80. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución sc 422/84. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución sbc 123/90. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución sbc 223/90. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución SC 191/93. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución SC 1.202/93. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución CNT 4.688/93. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución CNC 14/97. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución CNC 242/97. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución CNC 2.533/97. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución CNC 2.593/98. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución CNC 3.609/99. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución CNCGR11 119/00. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución CNCGR11 120/00. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución CNCGR11 223/00. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución CNC 188/04. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.
Resolución MPFSPI 1.869/06. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación.

Resolución 117-E SGM/18. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/jefatura/innovacionpublica/ssetic/dgas/estaciones-terrenas>

RT&A. (1999). *En el seminario de Tecnología y Mercado se debatió la realidad nacional e internacional de las telecomunicaciones*. Recuperado de http://www.rt-a.com/46/31_seminario.html

Selding, P. (2014). Argentina's 1st Domestic Satellites Protected by 'Launch Plus Life' Insurance Plan. *Spacenews*. Recuperado el 22 de septiembre de 2020 de <https://spacenews.com/42295argentinass-1st-domestic-satellites-protected-by-launch-plus-life/>

Tabanera, T. (1960). *Uso de cohetes sonda para el estudio de la alta atmósfera*. Boletín de la Asociación Argentina Interplanetaria.

Tasso, J. J. (1969). *Posibilidades de colocación de satélites en órbitas cercanas*. Buenos Aires: Comando en Jefe de la Fuerza Aérea Argentina. Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales.

The Taury Group. (2015). *State of the Satellite Industry Report*. Satellite Industry Association. Recuperado de https://brycotech.com/downloads/SIA_SSIR_2015.pdf

Unión Internacional de Telecomunicaciones (2011). *Constitución de la UIT*. Ginebra.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2009). Después del bajón económico mundial. *Actualidades de la UIT*.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. (1969). *Octavo Informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos*. Ginebra: UIT.

Varotto, C. (1994). Welcome Addresses. *Second Euro-Latin American Space Days, Proceedings of the conference held CONAE*. Buenos Aires, Argentina: Norman Longdon. European Spatial Agency. Recuperado el 16 de Abril de 2019, de <http://adsbit.harvard.edu/full/1994ESASP.363....3V/0000003.000.html>

Vetere, V. (1976). *Protección de aluminio por anodizado*. Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de Pinturas (CIDEPINT). La Plata: CONICET. Recuperado de https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/613/11746_613.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Publicaciones periódicas

Autor, A. (1963). *Revista Nacional de Aeronáutica y Espacial*, N° 254.

Aeroespacio. (1978). Editorial. *Aeroespacio*.

Agencia CyTA. (2010). El satélite argentino SAC-C cumplió nueve años en órbita. *El Litoral*. Recuperado el 19 de Abril de 2019, de <https://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2010/02/10/medioambiente/MED-03.html>

Croissant, M. (1993). Nahuel, una apuesta al futuro. *Revista Comunicación*. Archivo personal del Ing. Ricardo Goytea.

Domínguez, N. (2013). El gran salto del tigre. *Boletín del Centro Naval*, 835:37-47.

Duarte Muñoz, C. (2015). Órbitas satelitales, hay mucho de donde escoger. *Hacia el Espacio*. Recuperado el 31 de marzo de 2019, de <https://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=186>

Foley, T. (1999). *Via Satellite*. Obtenido de Latin America: The Competitors Line Up Recuperado de <https://www.satellitetoday.com/uncategorized/1999/12/10/latin-america-the-competitors-line-up/>

Ghielmetti, H. (1987). Los científicos de la NASA interesados en un proyecto argentino. en *Astrofísica*.

Ilustrados, S. D. (1969). Balcarce: el mundo al instante. *Siete Días Ilustrados*.

Krakowiak, F. (2018). El tiempo viejo que hoy lloro. *Página 12*. Recuperado de <https://www.pagina12.com.ar/146365-el-tiempo-viejo-que-hoy-lloro>

Latin Press. (2001). Controversia sobre primer satélite argentino de telecomunicaciones. *Tv y Video*, 7(6). Recuperado de <https://www.tvyvideo.com/200112214069/noticias/empresas/controversia-sobre-primer-satte-argentino-de-telecomunicaciones.html>

Mazzaro, N. (1993). Nahuel I y II. Historia breve e incompleta de una cruzada. *Comunicación*. Archivo personal del Ing. Ricardo Goytea.

Méndez Guerin, N. (1990). Proyecto Nacional de Telecomunicaciones Vía Satélite. *Aeroespacio*, 25-28.

Morales Moreno, F. (1993). Descripción de los satélites "Anik" c-1 y c-2. *Revista Comunicación*. Buenos Aires. Archivo personal del Ing. Ricardo Goytea.

Murcia, R. (1969). Desde Balcarce al mundo. *Aeroespacio*, 46.

Nahuelsat S.A. (2001). *Nahuelsat NEWS*. IV(1).

Perrotta, R. (1993). Ventajas del Sistema Nahuel para los distintos servicios. *Revista Comunicación*. Buenos Aires. Archivo personal del Ing. Ricardo Goytea.

Pesado, M. A. (2020). Del primer satélite argentino a la soberanía en telecomunicaciones. *Perfil*. Recuperado el 20 de septiembre de 2020 de <https://www.perfil.com/noticias/opinion/miguel-angel-pesado-nahuel-primer-satelite-argentino-a-la-soberania-en-telecomunicaciones.phtml>

Sanchez Elía, J. (1993). El satélite debe ser un elemento de integración. *Revista Comunicación*. Buenos Aires. Archivo personal del Ing. Ricardo Goytea.

Salzer, D. (s/f). El Sistema Satelital Nahuel: una respuesta al futuro de las comunicaciones argentinas y americanas. *Revista Comunicación*. Argentina. Archivo personal del Ing. Ricardo Goytea.

Schober, E. (1996). Nahuel. The Regional Satellite System for the Americas. *Connect World*.

Schober, E. (1993). 300 millones de dólares invertidos en el futuro espacial argentino. *Revista Comunicación*. Argentina. Archivo personal del Ing. Ricardo Goytea.

Schubert, J. (1993). Descripción técnica del satélite Nahuel. *Revista Comunicación*. Buenos Aires. Archivo personal del Ing. Ricardo Goytea.

Sierra, C. (1989). Planificación de la definición técnica de una espacionave. *Revista de la Escuela Superior de Guerra Aérea*.

Strauss, E. (1998). Comunicaciones Vía Satélite. Los satélites Nahuelsat sobre Argentina. *Saber electrónica*. 137:4-8.

Tabanera, T. (1957). El despegue de la Asociación Argentina Interplanetaria. *Revista de la Asociación Argentina Interplanetaria*, 4(16-17).

Tabanera, T. (1962). Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales. *Revista Nacional de Aeronáutica y Espacial*, 240(11).

TelePress Latinoamérica. (2002). Satélite Satmex VI. *Revista TelePress Latinoamérica*, 16.

Vallejo, H. (1999). Nahuelsat: sistema satelital para toda América Latina. *Saber Electrónica*, 13(150):89-95. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/376949812/Saber-Electronica-No-150>

Entrevistas

Aurelio, J. (23 de junio de 2019). Entrevista personal al Ingeniero Juan Aurelio, Jefe de Operaciones de ARSAT S.A. Buenos Aires.

Domínguez, N. (15 de Abril de 2019). Entrevista personal al Capitán e Ingeniero electrónico de la Armada. Buenos Aires.

Gaussman, R. (24 de Octubre de 2019). Entrevista personal al Lic. Ricardo Gaussman, Manager de la División Aseguramiento de Producto de INVAP S.E. San Carlos de Bariloche, Argentina.

Goytea, R. (27 de agosto de 2019). Entrevista personal al Ingeniero Ricardo Goytea, asesor de la Secretaría de Comunicaciones. Buenos Aires.

Jauffman, H. (23 de octubre de 2019). Entrevista personal al Ingeniero Mecánico Hugo Jauffman de INVAP S.E.. San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Loffler, H. (23 de octubre de 2019). Entrevista personal al Ingeniero Hugo Electrónico Loffler de INVAP S.E., San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Moreno, G. (23 de diciembre de 2019). Entrevista personal a Guillermo Moreno, ex Secretario de Comunicaciones, Buenos Aires.

Nahuys, H. (23 de Febrero de 2019; 02 de marzo de 2020). Entrevista personal al Ingeniero Hugo Nahuys, Jefe de Calidad y Aseguramiento de Producto de ARSAT S.A. Benavídez, Buenos Aires.

Rodríguez, A. (09 de Enero de 2019; 26 de febrero de 2019; 29 de agosto de 2019; 18 de octubre de 2019; 01 de septiembre de 2020; 22 de septiembre de 2020). Entrevista personal al Ingeniero Andrés Rodríguez, Jefe de Proyecto de ARSAT-1. Buenos Aires.

Santos, D. (08 de mayo de 2020). Entrevista personal a Diego Santos, ex Director Comercial de Nahuelsat S.A. y ex Gerente de Desarrollo de Negocios y Estrategia de ARSAT S.A.

Tisot, C. (22 de octubre de 2019). Entrevista personal al Ingeniero Christian Tisot, Ingeniero de Sistema en INVAP S.E. San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Tognetti, P. (2014). Entrevista a Pablo Tognetti, Presidente de ARSAT S.A. (2007-2013 / 2019- al presente).

Tognetti, P. (24 de Abril de 2019). Entrevista personal a Pablo Tognetti, Presidente de ARSAT S.A. (2007-2013 / 2019-al presente). San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Páginas Web

ARSAT S.A. <https://www.arsat.com.ar/>

CAF, <https://www.caf.com>

Caruso, D. (2016). Entrevista a Daniel Caruso- Jefe de Proyecto del SAC-D/Aquarius, CONAE. Recuperado el 22 de Abril de 2019, de <https://2mp.conae.gov.ar/index.php/noticias/actualidad/tecnologia-geoespacial/296-entrevista-a-daniel-caruso-jefe-de-proyecto-del-sac-daquarius>

CEATSA, www.ceatsa.com.ar

Giménez de Castro, G. (2017). El SAC 1/SAC-B. Una historia... IV. Blog *Historia de la ciencia y la tecnología*. Recuperado de <http://historia-ciencia-tecnologia.blogspot.com/2017/02/el-sac-isac-b-una-historia-iv.html>

INVAP S.E., <http://www.invap.com.ar/es/espacial-y-gobierno/proyectos-de-gobierno/otros-proyectos/157-mmrs.html>

Latam Satelital, (2017). Estación Bosque Alegre de Telecom en Argentina. Recuperado de <http://latamsatelital.com/estacion-bosque-alegre-telecom-argentina/>

Leonardo, <https://www.leonardocompany.com/en/about-us/our-company/subsidiaries-joint-ventures>

SES, <https://www.ses.com>

Sistemas Electrónicos S.A. (SES) (2020). <http://www.ses.com.ar/mobile/q1.htm>

The Satellite Encyclopedia, <https://www.tbs-satellite.com/>

Audiovisuales

Alcaró, F. y Fió, D. (Dirección). (2015). *ARSAT-1- A la altura de las estrellas* [Película]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=C6RZOXWDGeU>

Moreno, G. (16 de Septiembre de 2016). La hora de Moreno. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=iKhgjqRjbPo&fbclid=IwAR2YqhsHmMjz8jUsALEbO3xc-bj6PK_3oHlrs-xoMI46o-3gtkoCvkag3xl&app=desktop