



 **realidad
económica**

Nº 363 • AÑO 54

1º de abril al 15 de mayo de 2024

ISSN 0325-1926

Páginas 89 a 120

PRODUCCIÓN E INNOVACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

La planificación estatal de grandes programas tecnológicos desde la semiperiferia: los proyectos CAREM y ARSAT*

Diego Martín Cúneo**

* Las discusiones y resultados presentados en este trabajo forman parte de la tesis doctoral del autor defendida en septiembre de 2023: Subsistemas de acumulación estratégicos para el desarrollo en Argentina: el caso de la industria nuclear y satelital para el período 2006-2022.

** Doctor en Desarrollo Económico por la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), magíster en Desarrollo Económico por la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y licenciado en Economía por la Universidad de Buenos Aires (UBA). Investigador del Centro de Estudios Económicos del Desarrollo (CEED) de la UNSAM, 25 de Mayo 1021 (B1650HMI), General San Martín, Buenos Aires, Argentina, diegoc.cuneo@gmail.com.

RECEPCIÓN DEL ARTÍCULO: octubre de 2023

ACEPTACIÓN: noviembre de 2023



Resumen

Este trabajo estudia los determinantes de la planificación estatal de grandes programas tecnológicos y su contribución al cambio estructural en países semiperiféricos como la Argentina. Para ello, se propone un análisis comparativo del proyecto del reactor nuclear CAREM y el programa ARSAT (Empresa Argentina de Soluciones Satelitales) durante el período 2006-2022, contrastando sus capacidades institucionales de planificación, el posicionamiento que ocupan en el marco de las respectivas industrias globales y los resultados alcanzados. A partir del estudio, se demostró que, mientras que las condiciones internas determinan la posibilidad de configurar nacionalmente un sistema incipiente de producción e innovación que fomente procesos industrializantes, las condiciones externas ponen un límite teórico al potencial efectivo de estos sistemas y la sostenibilidad de posibles efectos positivos para el cambio estructural en el largo plazo.

Palabras clave: Planificación estatal – Cambio estructural – Desarrollo económico – Industria nuclear – Industria satelital

Abstract

State planning of large technological programs from the semi-periphery: the CAREM and ARSAT projects

This work studies the determinants of state planning of large technological programs and their contribution to structural change in semi-peripheral countries such as Argentina. For this purpose, a comparative analysis of the CAREM nuclear reactor project and the ARSAT program (Argentine Satellite Solutions Company) during the period 2006-2022 is proposed, contrasting their institutional planning capabilities, the position they occupy within their respective global industries, and the results achieved. The study demonstrated that, while internal conditions determine the possibility of configuring a national incipient system of production and innovation that promotes industrializing processes, external conditions theoretically limit the effective potential of these systems and the sustainability of possible positive effects for structural change in the long term.

Keywords: State planning - Structural change - Economic development - Nuclear industry - Satellite industry

Introducción

Entrados los años 2000, la agenda pública en la Argentina viró de una dirección neoliberal a una desarrollista volcada a la creación de capacidades industriales y tecnológicas locales (Del Bello, 2014; Lavarello y Sarabia, 2017; Unzué y Emiliozzi, 2017). En este marco, una de las aristas de esta nueva camada de políticas industriales se encontró en la planificación y desarrollo estatal de grandes proyectos tecnológicos que respondan a importantes objetivos estatales de transformación productiva e institucional (Lavarello y Sarabia, 2017; Carrizo, 2019). Entre ellos, la producción de transversalidades que apoyen el desarrollo industrial nacional, la creación de trabajo de calidad, el favorecimiento de procesos de sustitución de importaciones, la ampliación de la matriz exportadora de alta tecnología e, incluso, alcanzar autonomía tecnológica en áreas fundamentales para defender los intereses geopolíticos del país (CNEA, 2015; PEN, 2015).

Tomando en consideración estos objetivos industriales, tecnológicos e institucionales es posible sostener que dos programas tecnológicos se destacan dentro de estos proyectos estructurantes: el proyecto Central Argentina de Elementos Modulares (CAREM) –propuesto en el Plan Nuclear Estratégico de 2006– y el programa tecnológico Empresa Argentina de Soluciones Satelitales (ARSAT) dentro del área satelital –que si bien comienza en el año 2010 es institucionalizado en el Plan Geoestacionario Argentino (Plan GEO) en 2015– (Carrizo, 2019). Por un lado, el proyecto CAREM se encuentra dirigido al desarrollo del primer reactor de potencia diseñado en el país y motorizado a partir del objetivo comercial de convertir la Argentina en un país exportador de tecnología energética nuclear. Por el otro, el programa ARSAT fue parte del objetivo estatal de alcanzar autonomía tecnológica y de gestión en la industria de telecomunicaciones espaciales mediante la fabricación nacional de plataformas satelitales geoestacionarias. A partir de estos puntos es posible concluir que ambos programas tecnológicos proponen el objetivo en común de configurar espacios productivos estratégicos para el cambio estructural

a través de: a) desarrollar e integrar nacionalmente la mayor parte posible de los eslabones de sus respectivas cadenas de valor (industriales y tecnológicas) y b) buscar salidas comerciales internas y externas que ofrezcan sustentabilidad económica para el desarrollo de estas actividades en el largo plazo.

Con el propósito de profundizar en el estudio de la planificación estatal de grandes proyectos tecnológicos en países semiperiféricos y su potencial impacto para el desarrollo de estos espacios nacionales, en el presente trabajo se propone realizar un análisis comparativo entre el proyecto CAREM y el programa ARSAT. En específico, este estudio busca identificar en qué medida se logró configurar exitosamente espacios productivos estratégicos para el cambio estructural y, específicamente, qué características o condiciones particulares contribuyeron o presentaron una limitación para la planificación de estos proyectos en el largo plazo.

El artículo se divide de la siguiente manera. En la primera sección se propone el marco teórico para desarrollar este estudio de caso a través de una síntesis entre la literatura estructuralista y otras corrientes más modernas, como la teoría de cadenas globales de valor (CGV) o la literatura de monopolios intelectuales. En la segunda sección se detalla la metodología utilizada y las dimensiones de análisis para la realización del estudio comparado y se presentan los casos seleccionados para este trabajo. En la tercera sección se desarrolla el estudio de caso comparado entre el proyecto CAREM y el programa ARSAT. En la cuarta sección se presentan los resultados principales de este análisis comparativo y sus principales discusiones. Por último, en la quinta sección se presentan las conclusiones y reflexiones finales del trabajo.

De proyectos estructurantes a sistemas estratégicos de producción e innovación

La noción de cambio estructural como condición fundamental para el desarrollo de la periferia nace a partir de la idea estructuralista de que los sistemas productivos de estos espacios nacionales debían ser transformados para sostener en el largo plazo procesos de crecimiento económico y desarrollo social (Prebisch, 1949; Cimoli et al., 2005; Barletta y Yoguel, 2017). En este sentido, como sostienen Cimoli et al.:

No todos los sectores tienen el mismo poder de inducir aumentos de productividad, promover la expansión de otros sectores o beneficiarse de tasas altas de crecimiento de las demandas interna y externa, o generar empleos de alta productividad. Por eso, la estructura de la economía de cada país, en términos de los sectores que la componen, es una variable relevante. (2005: 9)

En el marco de esta corriente teórica, entonces, el cambio estructural es entendido como una suerte de reconfiguración sectorial, en la que sectores más modernos, dinámicos y tecnológicamente intensivos deben priorizarse y abrirse paso a partir de un proceso de destrucción creativa y reasignación de factores productivos incentivados por la política pública (Cimoli et al., 2005; Katz, 2012). Bajo esta perspectiva, romper con la inercia del subdesarrollo requiere de un rol activo del Estado que se vuelque a identificar qué sectores son centrales para un proceso de cambio estructural y cómo promocionar su desarrollo dentro el espacio nacional (Peres y Primi, 2009; Katz, 2012; Lavarello y Sarabia, 2017). De este modo, es posible sostener que un camino identificado por las políticas industriales implementadas en la Argentina a partir de los años 2000 se encontró en la ejecución de proyectos *estructurantes* que pusieron en movimiento la formación de capacidades productivas, tecnológicas, institucionales e, incluso, geopolíticas, dentro de sectores identificados estratégicos por su contribución a procesos de transformación estructural (Lavarello y Sarabia, 2017; Carrizo, 2019).

Ahora bien, la propia literatura abocada al estudio del cambio estructural argumenta que el enfoque sectorial planteado por el estructuralismo puede ser un marco de análisis limitado para el desarrollo de la periferia, fundamentalmente dadas las transformaciones en la organización de la producción global profundizadas a partir de los años noventa (Mancini y Lavarello, 2013; Barletta y Yoguel, 2017; Sztulwark, 2020). En efecto, en el contexto del capitalismo contemporáneo no solo es importante entender al desarrollo productivo a partir de transformaciones sectoriales a nivel nacional, sino también cómo los sectores estratégicos (o actividades y segmentos productivos específicos) se desenvuelven en el marco de sus industrias globales. En este sentido, la noción de sector no logra visibilizar la creciente heterogeneidad entre las actividades y empresas que se desenvuelven a su interior, como tampoco las dinámicas productivas y organizacionales propias

de las cadenas globales de valor, las cuales pueden tanto alentar como obstaculizar el desarrollo nacional (Barletta y Yoguel, 2017; Sztulwark, 2020).

Bajo esta perspectiva, la propia literatura sobre las cadenas globales de valor (CGV) concluyó a partir de las nociones de upgrading y gobernanza que las constituyen y en las que países emergentes se insertan en estas cadenas globales como condición determinante para sus posibilidades de desarrollo local (Gereffi y Lee, 2012). En este sentido, los procesos de upgrading se encuentran determinados por las dinámicas de gobernanza que imponen las empresas líderes. Efectivamente, al ser las coordinadoras de la producción mundial, estas empresas controlan la producción y distribución de valor dentro de sus cadenas y, en consecuencia, las posibilidades efectivas de *upgrading* de otros participantes (Quentin y Campling, 2018; Selwyn, 2018; Smichowski, Durand y Knauss, 2021). De acuerdo con esta literatura, estas capacidades de la empresa líder, presentes en el resto de sus firmas asociadas, deviene de la concentración monopólica de aquellas competencias claves (*core competences*) y activos intangibles que son fundamentales para organizar de manera competitiva y a nivel global los procesos productivos (Rikap, 2018; Dallas, Ponte y Sturgeon, 2019). Es por ello que el resto de las empresas que participan de estas cadenas o estructuras productivas globales lo hacen desde una posición subordinada, en la que deben apegarse a los parámetros productivos impuestos por el líder (Humphrey y Schmitz, 2002) y seguir estándares productivos y tecnológicos que muchas veces requieren el acceso a los activos intangibles monopolizados por los propios líderes (Rikap, 2018; Durand y Milberg, 2020).

Es a partir de su capacidad monopólica de acumular continuamente este tipo de activos intangibles que autores como Durand y Milberg (2020) y Rikap y Lundvall (2020) definen las empresas líderes como monopolios intelectuales. De este modo, estas empresas basan su poder económico global en un acervo de conocimientos y capacidades que renuevan y/o acrecientan sistemáticamente, permitiéndoles planificar a nivel mundial estructuras productivas que Rikap y Lundvall denominan como sistemas corporativos de producción e innovación.¹ A su vez, el

¹ Estos sistemas de producción e innovación se componen de múltiples CGV (o porciones específicas de estas) como de otras estructuras productivas globales que no tienen forma de cadena, como pueden ser las plataformas para el caso del software. También se incorporan los sistemas corporativos de innovación que planifica el monopolio intelectual, en los que se coordinan a nivel global diferentes actores especia-

control monopólico de dichas *core competences* dota a estas empresas de la capacidad de imponer dinámicas productivas predatorias dentro de los sistemas que configuran, por las cuales apropian una porción importante del valor y conocimiento producido por el resto de los actores participantes y que utilizan para mantener constante su posicionamiento jerárquico (Durand y Milberg, 2020; Humphrey y Schmitz, 2002; Rikap y Lundvall, 2020).

Poniendo en perspectiva que la producción global se organiza a partir de múltiples sistemas corporativos de producción e innovación, es posible sostener a partir de la noción de upgrading que la forma en que las economías nacionales se insertan dentro de estos sistemas productivos globales determina las posibilidades de que sus actividades estratégicas locales contribuyan efectivamente a un proceso de cambio estructural. Dicho de otra manera, la lógica de planificación (desarrollista o predatoria) bajo la cual se encuentran atadas estas actividades puede bloquear o favorecer procesos de upgrading y la generación de efectos positivos para el desarrollo productivo nacional.

A partir de ello, se deduce que el potencial de grandes programas tecnológicos para contribuir a procesos de cambio estructural se encuentra determinado por la capacidad de producir conocimientos, activos intangibles y transformaciones institucionales que permitan configurar localmente sistemas nacionales o estratégicos de producción e innovación (o, al menos, insertarse en sistemas extranjeros de una manera no subordinada que brinde espacio suficiente para el desarrollo de dichos efectos estratégicos). De este modo, al desenvolverse estas industrias de una forma autónoma a los activos intangibles de monopolios intelectuales, es posible que estos proyectos presenten mayores posibilidades para generar efectos concretos para el desarrollo nacional. Bajo esta perspectiva, el concepto de sistemas estratégicos de producción e innovación, a diferencia de la noción de sector, permite estudiar: a) las relaciones productivas entre diferentes actores, nacionales y extranjeros; b) la manera en que se produce y apropia conocimiento y valor y c) cuáles son las dinámicas de planificación (corporativa-predatoria o desarrollista)

lizados en I+D con el objetivo de desarrollar múltiples proyectos de innovación, en que se apropia de la mayor parte de los resultados colectivamente alcanzados, incrementando su acervo de activos intangibles (Rikap y Lundvall, 2020).

a la que se atan aquellas actividades con un potencial estratégico para el desarrollo del país.

A través de estas consideraciones teóricas se analizará a continuación la planificación estatal de grandes proyectos tecnológicos en la semiperiferia y sus efectos para el desarrollo nacional a través de un análisis comparativo entre el proyecto CAREM y el programa ARSAT en la Argentina. En específico, se estudiará el derrotero de estos ejercicios de planificación, los resultados que estas políticas consiguieron y qué condiciones favorecen u obstaculizan las perspectivas de configurar sistemas nacionales de producción e innovación.

Metodología y presentación de casos

Para abordar el objeto de estudio propuesto se decidió utilizar una estrategia metodológica basada en un estudio de caso comparado entre dos proyectos/programas tecnológicos. A partir de un análisis comparativo de este tipo se espera observar patrones que puedan tener un mayor grado de generalización y poder explicativo que estudios de caso simples² (Patton, 1999). Asimismo, se eligieron procedimientos de recopilación de datos y análisis basados en metodologías cualitativas, las cuales permitan identificar y profundizar procesos complejos que no pueden ser visualizados o representados correctamente por métodos cuantitativos o estadísticos-económicos (Vasilachis, 1992). Entre las fuentes de recopilación de datos se incluyeron documentos públicos, notas periodísticas, congresos, charlas públicas y entrevistas, investigaciones y otros estudios de caso afines publicados por terceros. Para la selección de los estudios de caso se optó por un mecanismo de muestreo intencionado (purposive sampling) (Patton, 1999). Esto permitió optar por aquellos casos que resultaron más relevantes y representativos para el objeto de estudio y las diferentes dimensiones o ángulos de la problemática que se busca analizar. Los casos seleccionados fueron el proyecto CAREM y el programa ARSAT entre los años 2006 (sanción del Plan Estratégico Nuclear y formación de la empresa estatal ARSAT) y 2022.

² Se destaca, no obstante, que la comparación entre dos casos no tiene la robustez empírica suficiente para generalizar sus resultados, pero estos pueden ser útiles para plantear nuevas hipótesis que podrán ser profundizadas en futuros trabajos.

En cuanto al caso del proyecto CAREM, existen diferentes aspectos que permiten justificar su selección como estudio idóneo para este trabajo. En primer lugar, esta innovación, desarrollada en los años ochenta a partir de los esfuerzos conjuntos de INVAP y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), marca la culminación de un proceso local de acumulación de conocimiento y capacidades ingenieriles al ser el primer reactor de potencia íntegramente diseñado a nivel nacional. A su vez, en segundo lugar, este diseño inauguró globalmente una nueva trayectoria tecnológica dentro de la energía atómica al ser el primer reactor pequeño modular (SMR, por su siglas en inglés). Estos modelos novedosos proponen características que son altamente innovadoras y que prometen reducir los costos de financiación y tiempos de construcción de centrales tradicionales, permitiendo que la energía atómica se convierta en una opción económicamente viable (Mignacca y Locatelli, 2020). Es a partir de ello que expertos en la temática sostienen que los reactores SMR constituyen uno de los pilares fundamentales del futuro de la industria nuclear (Rowinski, White y Zhao, 2015; Ingersoll y Carelli, 2021). A partir del carácter de vanguardia de esta innovación, se sostiene desde la CNEA que el CAREM tiene la posibilidad de colocar a la Argentina como un jugador relevante dentro de las actividades nucleares mundiales, siendo su veta exportadora lo que moviliza fundamentalmente este proyecto (Zappino, 2023).

A su vez, se resalta en su planificación la importancia de acompañar el proyecto con la formación de proveedores nacionales que puedan suplir diferentes componentes y servicios a la producción de este reactor (CNEA, 2015). Bajo esta perspectiva, se plantea como objetivo constituir un sistema nacional de producción e innovación nuclear que fomente el desarrollo de dichos proveedores y forme un ecosistema productivo competitivo en el mercado mundial. Asimismo, este sistema productivo contaría con las características necesarias para generar efectos estratégicos para el desarrollo, tales como diversificar exportaciones, crear empleo de calidad y dinamizar la industria nacional. A partir de ello, es posible plantear, en principio, que el programa CAREM se propone como un proyecto estructurante que pretende movilizar apartados institucionales, industriales y tecnológicos para el cambio estructural.

No obstante, pese a que este modelo fue presentado por primera vez en 1983, las fases de validación experimental no comenzaron a planificarse hasta 2006, momento en que es jerarquizado en la agenda pública a través del Plan Estratégico Nuclear y la posterior Ley 26.566, sancionada en 2009. A partir de ello, en 2014 comenzó la construcción del CAREM-25, prototipo que permitiría probar la robustez de la tecnología implementada y generar aprendizajes para el desarrollo de un modelo comercial. Asimismo, si bien se estipuló originalmente terminar esta obra en 2019, continuos retrasos sucedidos a partir de 2016 provocaron que actualmente la fecha de finalización de este reactor se encuentre programada para el año 2026-2027 (Instituto Balseiro Coloquio, 2021).

Por su parte, la trayectoria geoestacionaria en la Argentina comienza en los años noventa cuando Estados Unidos cede al país la posición orbital geoestacionaria (POG) 76° O, para la cual se licita al consorcio de empresas extranjeras Nahuelsat la gestión de telecomunicaciones de estas posiciones orbitales. Sin embargo, debido a inconsistencias de esta empresa que ponían en riesgo el control de las POG nacionales, en 2006 el Estado resolvió expropiar a Nahuelsat de sus activos y formar a partir de ellos la empresa estatal ARSAT (PEN, 2015). A su vez, con el objetivo de tener mayor autonomía en el campo de las telecomunicaciones, se decidió emprender una trayectoria de catching up tecnológico que permita desarrollar a nivel local la mayor parte de la cadena de valor satelital. Para ello, en 2010 se planificó el desarrollo y construcción de las plataformas satelitales geoestacionarias ARSAT 1 y 2 (las cuales fueron lanzadas exitosamente en los años 2014 y 2015) y se propuso el Proyecto Tronador con la meta de desarrollar un cohete que brinde acceso autónomo al espacio. Asimismo, a partir del éxito de ambos satélites, se institucionalizaría en el año 2015 el Plan Geoestacionario Nacional (Plan GEO) 2015-2035, el cual proponía una hoja de ruta detallada para configurar nacionalmente lo que es posible caracterizar como un sistema nacional de producción e innovación coordinado por la propia ARSAT. En el marco de este plan se comprende que la constitución de un sistema satelital de este tipo sea relevante tanto para alcanzar mayor independencia en la gestión de estas actividades como para generar efectos industriales y tecnológicos que dinamicen los entramados productivos nacionales, incluso en áreas no satelitales (PEN, 2015).

No obstante, tan solo un año más tarde, la gestión pública que asume el gobierno en 2016 suspendería indeterminadamente la ejecución de este plan nacional (Hurtado, Bianchi y Lawler, 2017). Ante la amenaza de que este episodio destruya las capacidades acumuladas localmente, la empresa INVAP (encargada de la construcción de los satélites nacionales) emprendió autónomamente un camino alternativo a través del desarrollo de la tecnología SmallGEO,³ implementada originalmente por las empresas líderes de la industria, y que se argumentaba que presentaba características más idóneas para un país como la Argentina (González Levaggi y Blinder, 2022; Seijo, 2023). A su vez, se inició la búsqueda de asociaciones extranjeras que permitieran suplir la ausencia de recursos disponibles a nivel local, lo cual resultó en la asociación con el Estado nacional de Turquía y, en 2019, en la formación del joint venture GSATCOM compuesto de partes iguales por INVAP y la empresa turca TAI (González Levaggi y Blinder, 2022). Por su parte, en 2020 el Plan Conectar 2020-2023, que buscaba ser la continuación del Plan GEO, encargó a INVAP y GSATCOM la construcción de dos satélites SmallGEO (los ARSAT SG-1 y 2), retomando la compra pública que permitiría el desarrollo de un posible sistema nacional de producción e innovación.

En consecuencia, tanto el proyecto CAREM como la planificación de la trayectoria geoestacionaria del país evidencian la implementación de objetivos estratégicos para configurar estatalmente sistemas estratégicos de producción e innovación que contribuyan al desarrollo nacional. Asimismo, estos proyectos muestran ser políticas de largo plazo que permiten estudiar las dinámicas de la planificación estatal a través de diferentes períodos y circunstancias. Por otro lado, al presentar características estructurales divergentes, un análisis comparativo permite enriquecer el estudio de estos y extraer conclusiones que permitan plantear hipótesis para seguir profundizando en este fenómeno.

Dimensiones de análisis

Con el objetivo de alejarse de un enfoque exclusivamente sectorial o nacional, el marco teórico propuesto entiende que es importante contextualizar la planifi-

³ Estas se diferencian de las plataformas tradicionales por ser más pequeñas, tomar características modulares que facilitan su fabricación y contar con antenas reprogramables en órbita que permiten adecuarse a los cambios en la demanda de servicios de telecomunicaciones (Harebottle, 2021).

cación nacional de proyectos tecnológicos en el marco de sus respectivas industrias globales. De este modo, se estudiarán cómo afectan las condiciones externas los procesos de planificación nacional a través de entender: a) cómo se organizan y cuáles son las dinámicas de estas industrias a nivel global; b) qué lugar ocupan los actores nacionales en los sistemas globales de producción e innovación de sus respectivas áreas productivas y c) en qué posición se insertan los proyectos nacionales dentro de las trayectorias tecnológicas mundiales.

Como segunda dimensión se buscó analizar aquellas determinaciones internas en la planificación estatal que pudieron haber influenciado en las capacidades nacionales para completar los proyectos propuestos y configurar sobre la base de sus resultados los sistemas locales de producción e innovación. Entre ellas: a) la manera en que fueron institucionalizados y planificados objetivos y metas de corto, mediano y largo plazo; b) las capacidades de planificación de aquellos actores a cargo de los proyectos; c) la vinculación y estructura sectorial de los agentes estatales que formaron parte de estos proyectos y d) los cumplimientos de plazos y los avances alcanzados.

Estudio de caso comparado

Comparación de las dimensiones externas de los programas tecnológicos

La contextualización de los ejercicios de planificación nacional en el marco de los sistemas corporativos de producción e innovación globales conforma un punto de análisis central para entender en mayor profundidad los espacios de maniobra para configurar localmente sistemas productivos que contribuyan al desarrollo nacional. En este punto, resulta fundamental comprender la evolución histórica en la configuración y reconfiguración de estos sistemas globales, el surgimiento y decaimiento de los monopolios intelectuales y la perspectiva futura de estas industrias dentro del mediano y largo plazo.

Para el caso nuclear, encontramos dos tendencias simultáneas en el desarrollo de sus sistemas corporativos que implicaron el traslado del epicentro de esta industria desde países centrales de occidente (como Francia, Estados Unidos, Canadá o Alemania) hacia países orientales (Rusia, China, Corea del Sur e India). En efecto,

por un lado, a partir de la década de los ochenta tomó lugar un proceso de desconfiguración de los sistemas de producción e innovación nucleares norteamericanos y europeos en la medida en que paulatinamente fueron abandonados los programas de energía atómica de esta parte del mundo (Ho et al., 2019; Markard et al., 2020). A tal punto este fenómeno significó un deterioro de los entramados industriales nucleares de occidente que los escasos proyectos llevados a cabo en las últimas décadas sucumbieron a importantes demoras y sobrepagos, causados tanto por problemas de gestión como por el incumplimiento de los proveedores (Laaksonen, 2010; Markard et al., 2020). Estas problemáticas condujeron a la suspensión de obras y al quiebre de importantes empresas, como Areva en Francia o Westinghouse en Estados Unidos. Contrariamente, a partir de esos años comenzaron a surgir espacios productivos nucleares en países orientales, en donde empresas como CNNC (China), Rosatom (Rusia) o Kepco (Corea del Sur) presentan hoy una posición de dominancia en el mercado global (Nakano, 2020; Schneider y Froggatt, 2021).

No obstante, a partir del año 2010 la jerarquización de las políticas de transición energética y una creciente desestabilización de los precios de combustibles fósiles fomentaron la emergencia de nuevas propuestas tecnológicas nucleares que prometían ser el futuro de esta industria (Rowinski, White y Zhao, 2015; Ho et al., 2019; Ingersoll y Carelli, 2021). Entre ellas, se destaca la tecnología SMR, que si bien fue introducida por primera vez por el reactor CAREM en los años ochenta, recién entrados los 2000 fue impulsada a nivel global por países como Estados Unidos y Gran Bretaña, entre otros, a través del apoyo de empresas locales⁴ (Ingersoll y Carelli, 2021). En el marco de una nueva geopolítica energética, en que se espera que la energía nuclear ocupe un lugar de relevancia (Nakano, 2020), es posible argumentar que Estados centrales de Occidente se encuentran impulsando innovaciones con el objetivo de revertir el deterioro de sus entramados productivos nucleares y recuperar la incidencia perdida en la configuración global de esta in-

⁴ Existen numerosas empresas norteamericanas que desarrollan modelos SMR con el apoyo del Estado nacional. Si bien el impulso de estos reactores se da primariamente en Occidente, países como Rusia y China también se encuentran desarrollando sus propios modelos. En efecto, China logró ser el primero en terminar la construcción de un módulo SMR a mediados de 2023.

dustria. Estos episodios evidencian un contexto a nivel mundial que puede ser propicio para la emergencia de nuevos jugadores que lideren tecnologías novedosas.

En el caso satelital, es posible observar históricamente una dinámica tecnológica más agresiva, en la que continuamente las empresas líderes de la industria buscaron avanzar en nuevos desarrollos para mantener su estatus dentro de la industria. Asimismo, en los últimos años se observa un declive en la compra de plataformas geoestacionarias por parte de los operadores de telecomunicaciones, al tiempo que empresas líderes de otras áreas industriales, como Amazon y SpaceX, interrumpieron en el mercado de comunicaciones satelitales con arquitecturas espaciales no geoestacionarias (constelaciones satelitales de órbita baja y media)⁵ (Harebottle, 2021). Estas características muestran un mercado con pocas oportunidades para la emergencia de nuevos proveedores de plataformas geoestacionarias.

En este marco, es posible observar que el CAREM se trata de un proyecto en la frontera tecnológica de una industria, al ser una innovación de vanguardia dentro de una trayectoria industrial que podría ser clave para el surgimiento de nuevos sistemas productivos a nivel global. Por el contrario, el programa ARSAT muestra ser un proceso de catching up tecnológico, que recorre una trayectoria ya liderada por empresas extranjeras y en la que nuevas arquitecturas podrían, en un futuro, relegar el lugar de satélites geoestacionarios dentro de la industria de telecomunicaciones.

Por otra parte, un punto en común entre ambas industrias es el condicionamiento geopolítico históricamente ejercido por Estados centrales al desarrollo de planes y proyectos nacionales. Por ejemplo, en el proyecto CAREM, en 1990 se avanzó en una asociación con Turquía para la conformación de un joint venture con el objetivo de comercializar este reactor en Medio Oriente y América del Sur. No obstante, estas relaciones binacionales fueron interrumpidas un año más tarde por la influencia de organismos internacionales. Kibaroglu (1997) señala que la influencia de Estados centrales en este tratado bilateral se debió tanto a preocupa-

⁵ Estas constelaciones se conforman de sistemas de satélites pequeños, los cuales son más baratos y fáciles de construir y que, al orbitar más cerca de la tierra, solucionan los problemas de latencia intrínsecos a las telecomunicaciones satelitales convencionales (Toyoshima, 2021).

ciones geopolíticas de proliferación a países vecinos como Pakistán (fundamentalmente dado que la Argentina no habría firmado el Tratado de No Proliferación sino hasta el año 1995) como por el interés comercial de ofrecer a Turquía la tecnología de sus respectivas empresas nacionales.

En el campo satelital, la interrupción de países centrales en los programas nacionales se hizo más evidente, cuando programas como el Cóndor fueron suspendidos en los años noventa por la interferencia de Estados Unidos, que, a su vez, influenció en los lineamientos para la conformación de un nuevo plan espacial civil dependiente de la industria norteamericana (Hurtado, Bianchi y Lawler, 2017; Nevia, Rubén y David, 2015). Por parte del caso de las telecomunicaciones satelitales, como fue mencionado, la empresa Nahuelsat se conformó a partir de un consorcio de empresas extranjeras que comenzaron a presentar incumplimientos en las reglamentaciones internacionales, con la amenaza de que la Argentina perdería las POG en su poder. Hurtado, Bianchi y Lawler (2017) argumentan que es posible que dichas negligencias hayan resultado de la colusión de estas empresas con el gobierno de Gran Bretaña, ya que Londres mostraba interés en poseer estas posiciones orbitales, las cuales le serían asignadas en caso de que los organismos internacionales reguladores le quiten a la Argentina la potestad sobre ellas. Este fenómeno muestra las posibles alianzas que existen entre monopolios intelectuales y Estados centrales a la hora de ejercer un poder de planificación geopolítico e industrial sobre espacios periféricos y semiperiféricos.

En el caso de la industria geoestacionaria también se puede observar un proceso de subordinación tecnológica, en la medida en que los satélites ARSAT 1 y 2 se desarrollaron a partir de la cooperación y tecnología vendida por la empresa líder Thales,⁶ entre otras (PEN, 2015). No obstante, luego de 2016, la ausencia de apoyo estatal para el desarrollo del ARSAT 3 llevó a que INVAP tome mayor agencia en la decisión de la trayectoria tecnológica geoestacionaria, por lo que decide avanzar

⁶ Cabe destacar que la tecnología brindada por Thales para ARSAT 1 y 2 se encontraba en desuso, siendo que se trataba de la adaptación de una plataforma de propulsión química que INVAP utilizaría para los satélites nacionales (y que implicaba que los componentes vendidos por esta empresa serían compatibles) (PEN, 2015). Sin embargo, los satélites más modernos utilizan plataformas de propulsión eléctrica que optimizan el peso/combustible y la vida útil del artefacto.

hacia plataformas satelitales SmallGEO no contempladas en el Plan GEO original (González Levaggi y Blinder, 2022). Sin embargo, nuevamente, parte de la tecnología utilizada por INVAP para los satélites ARSAT SG-1 y 2 sigue dependiendo fuertemente de tecnología clave comprada a empresas líderes (Díaz, 2022).

En conclusión, se observa que el proyecto CAREM no se encuentra acoplado dentro de las cadenas de valor globales de la industria, pero es posible argumentar que empresas como INVAP y organismos como CNEA (que fueron los encargados de su desarrollo original) participaron a través de mecanismos de transferencia ciega de conocimiento (Codner, Becerra y Díaz, 2012) en sistemas de innovación de empresas extranjeras. Contrariamente, la industria geoestacionaria se encuentra inserta dentro de cadenas de valor de manera subordinada, por ejemplo, a través de empresas integradoras como INVAP que dependen de la tecnología de monopolios intelectuales de la industria. A modo de resumen, en el cuadro 1 se esquematiza la comparación de las dimensiones externas de ambos programas.

Cuadro 1.
Comparación de las dimensiones externas de los proyectos

	CAREM	ARSAT
Organización de la industria a nivel global	Etapa de reconfiguración de sistemas corporativos de producción e innovación a través de tecnologías innovadoras	Mayor competencia entre monopolios intelectuales incumbentes. Interrupción de empresas líderes de otras áreas a partir de arquitecturas no geoestacionarias
Caracterización de los proyectos nacionales	Proyecto de frontera con el potencial de reconfigurar sistemas corporativos de producción e innovación	Programa de catching up tecnológico
Inserción dentro de sistemas corporativos de producción e innovación	Mecanismos ciegos de transferencia de conocimiento. Subordinación geopolítica (bloqueo de proyectos y programas)	Inserción subordinada dependiendo de activos intangibles de empresas líderes. Subordinación geopolítica (bloqueo y delimitación de proyectos y programas)

Fuente: elaboración propia

Dimensiones internas a la planificación estatal

A la hora de comparar las dimensiones internas de la planificación de estos proyectos una diferencia importante radicó en la forma en que fueron institucionalizados los diferentes planes o programas bajo los cuales estos se desarrollaron. En el caso del proyecto CAREM, este se enmarca en el Plan Nuclear del año 2006, pero más allá de su nombramiento y la remarcación de objetivos generales, no planteaba una hoja de ruta para poder alcanzarlos (CNEA, 2015). En el caso de la industria geoestacionaria, en 2015 se sancionó la Ley de Desarrollo de la Industria Satelital, en el cual se anexaba el Plan GEO 2015-2035. Este, a diferencia del plan nuclear, proponía una agenda de veinte años que delineaba, por un lado, una estrategia comercial para la autosustentabilidad económica del plan. Por otro, también delineaba las pautas para acercar los desarrollos nacionales a la frontera tecnológica de la industria y formar proveedores para nacionalizar aquellos eslabones de la cadena de valor satelital ausentes localmente. No obstante, como se discutirá más adelante, el Plan GEO fue suspendido en 2016, mostrando que la institucionalización de planes más elaborados no necesariamente garantiza la continuidad de sus objetivos en el mediano o largo plazo.

Además, otro punto de diferencia importante se encontró en las competencias y capacidades de aquellos organismos o actores estatales a cargo de gestionar los proyectos tecnológicos. En el caso del CAREM, este recayó en 2006 en manos de la CNEA, un organismo que previo a los años noventa mostraba una centralidad en la planificación de la industria nuclear nacional al tener el poder de cohesión necesario para instalar un régimen tecnopolítico o una visión a seguir por el resto de las empresas y actores del sector (Hurtado, 2012). Sin embargo, con la reestructuración institucional sancionada a mediados de la década mencionada, las competencias y jerarquía de este organismo se vieron sustancialmente reducidas, perdiendo, por un lado, el poder de cohesión sectorial que la caracterizaba y, por el otro, las competencias y capacidades en diferentes aristas de la industria al reorientarse exclusivamente al desarrollo de tareas de I+D (Gadano, 2014; Rodríguez, 2017). Estos cambios en el poder sectorial de la CNEA condicionarían la potencia de la planificación nuclear en los años posteriores. Por ejemplo, dentro del proyecto CAREM este fenómeno conlleva limitaciones a la hora de plantear una estrategia comercial para una innovación que apuntaba a un mercado externo, en la medida

en que no se avanzó más allá de las facetas ingenieriles y tecnológicas de un modelo prototipo.⁷

En este aspecto, ingenieros de la CNEA sostuvieron que pensar una estrategia comercial requiere de capacidades empresariales ausentes dentro de esta institución, admitiendo que el conocimiento necesario para avanzar en este tipo de tareas “excede a la CNEA”, por lo que “no puede hacerlo sola, tiene que estar el país atrás” (Instituto Balseiro Coloquio, 2021: 2:02:33). A partir de estas palabras se demuestra que los proyectos de este tipo requieren la configuración de redes colaborativas entre diferentes organismos y empresas con experiencias y competencias complementarias. Sin embargo, la reestructuración institucional de los años noventa resultó en coaliciones que hoy dividen el sector, mostrando la existencia de intereses contrapuestos y la ausencia de un organismo que presente un poder de planificación local (Malacalza, 2017). Estos episodios coinciden con las palabras de Sol Pedre, directora actual del proyecto CAREM, quien caracterizó el sector nuclear nacional por las “peleas históricas entre instituciones” y sostuvo que para el desarrollo del CAREM CNEA se debe abogar por su unificación (Instituto Balseiro Coloquio, 2021: 2:19:39).

Estas características pueden explicar por qué hasta el momento no se logró avanzar en una estrategia colectiva y asociativa, tanto a nivel nacional como global, como sucedió con el caso de INVAP y GSATCOM.⁸ Respecto de este punto, es importante notar que las empresas que hoy se encuentran en una posición de liderazgo dentro de la trayectoria tecnológica de reactores SMR, como NuScale o Rolls Royce, avanzan de manera simultánea en aspectos tecnológicos, comerciales y logísticos, lo que posiblemente implique que el reactor argentino pierda pronto el lugar de vanguardia que lo caracterizaba previo a los años 2000.

⁷ Específicamente, el proyecto no habría avanzado hasta el año 2022 más allá de las etapas de estudios de mercado, desarrollo de diseños comerciales e implementación de modelos de financiación para la construcción de modelos finales. Tampoco se habría avanzado significativamente en la logística para crear una red de proveedores (Instituto Balseiro Coloquio, 2021; Ingeniería UBA, 2022; Zappino, 2023).

⁸ Es importante destacar que las asociaciones propuestas en 1990 entre Turquía y la Argentina estuvieron principalmente motorizadas por INVAP (Carasales y Ornstein, 1998), la cual perdió un lugar protagónico dentro del proyecto cuando su gestión pasó exclusivamente al ámbito de la CNEA entrados los noventa (Gil Gerbino, 2022).

Contrariamente, la planificación de la industria geoestacionaria recayó en el tándem ARSAT-INVAP, ganando esta última mayor agencia sobre las decisiones del sector luego de la suspensión del Plan GEO en 2016. En este marco, por un lado, INVAP muestra características más coherentes con los proyectos que se buscaban desarrollar, presentando una naturaleza comercial por su condición como empresa de alta tecnología. Asimismo, históricamente, la caída de la compra pública sucedida durante los noventa fomentó en este actor la formación de una vocación hacia la exportación de tecnología (Thomas, Versino y Lalouf, 2008), lo cual se vio manifestado hacia finales de 2010 con las asociaciones sucedidas con Turquía. Asimismo, la estructura institucional del sector mostró una mayor coherencia de sistema, teniendo en cuenta que los vínculos entre INVAP y ARSAT, CNEA y actores como cancillería fueron fundamentales, por ejemplo, para formar estas alianzas de cooperación (Díaz, 2022).

Estas diferencias mostraron ser, a su vez, importantes a la hora de afrontar las interrupciones y problemáticas que atravesarían ambos ejercicios de planificación durante el período 2016-2019. En el caso del proyecto CAREM, por ejemplo, el cambio de gestión implicó una desaceleración en los avances de la construcción del prototipo. Por un lado, este fenómeno se debió en parte a una continua disminución en el presupuesto asignado al proyecto (CNEA, 2016, 2017, 2018, 2019). Por el otro, el nuevo gobierno interrumpió el consorcio CAREM, que le quitó a la empresa estatal Nucleoeléctrica Argentina (NA-SA) el rol de constructora de la obra civil para asignárselo a Techint, la que presentaría problemáticas que paralizarían nuevamente la construcción (Redacción Ámbito Financiero, 2019). Finalmente, en 2020 se desliga a esta última del proyecto y NA-SA retoma su rol de constructora. Estos retrasos causaron que el proyecto no logre avanzar significativamente durante estos cuatro años, duplicando el plazo originalmente propuesto para el 2026-2027.

En el caso satelital, esta misma gestión suspendió, en primer lugar, el Plan GEO y la construcción del ARSAT 3. Asimismo, en segundo lugar, instauró una política de “cielos abiertos” para que empresas extranjeras participen dentro del mercado de telecomunicaciones satelitales, y se presentó una competencia directa para los servicios brindados por ARSAT (Hurtado, Bianchi y Lawler, 2017). Por último, y en

tercer lugar; se intentó privatizar una parte importante de las actividades de esta última para tercerizarlas a la norteamericana Hughes Communications (Blinder y Hurtado, 2019). Sin embargo, el liderazgo y capacidades de INVAP mostraron ser un factor de resiliencia para esta industria, al proponer un camino alternativo para su continuidad.

A modo de síntesis, estas discrepancias en las capacidades internas de planificación de cada proyecto pueden explicar las diferencias que existieron en los resultados alcanzados hasta el momento. Por un lado, a lo largo de los dieciséis años analizados para el proyecto CAREM, este no logró avanzar significativamente en la configuración de un sistema de producción e innovación nuclear, puesto que el prototipo CAREM-25 sufrió continuos retrasos y no se desarrollaron otras capacidades y conocimientos necesarios para tal fin (por ejemplo, una logística productiva, conocimiento comercial o capacidades de negociación de alto nivel). Por el contrario, el programa ARSAT resultó en la configuración incipiente de un subsistema industrial binacional que se desarrolla dentro de sistemas corporativos extranjeros, pero que la compra pública de dos Estados nacionales (Argentina y Turquía) otorga ciertos grados de planificación a nivel local. En el cuadro 2 se esquematiza la comparación entre las dimensiones internas de la planificación de estos proyectos.

Cuadro 2.
Comparación de las dimensiones internas de la planificación estatal en ambos proyectos

	CAREM	ARSAT
Institucionalización de los programas tecnológicos	Escasa. Solo objetivos generales en el Plan Nuclear de 2006	Elevada. Se plantea una hoja de ruta de largo plazo suspendida un año más tarde
Capacidades de los organismos estatales planificadores	Tecnológicos e ingenieriles. Ausencia de activos intangibles para la configuración de un sistema de producción e innovación nacional	Capacidades tecnológicas, ingenieriles, comerciales y diplomáticas. Asociaciones extranjeras para suplir capacidades no disponibles localmente
Estructura sectorial de la industria	Desestructurado. Dificultades para organizar las capacidades y experiencias de diferentes actores nucleares	Mayormente estructurado. Vínculos estables entre organismos estatales
Resultados alcanzados	No se logró finalizar el circuito de innovación del CAREM-25 y avanzar a etapas comerciales	Configuración incipiente de un subsistema de producción e innovación binacional

Fuente: elaboración propia

Resultados y discusiones del estudio comparado

La contrastación entre el proyecto CAREM y el programa ARSAT identificó qué dimensiones de la planificación tecnológica-industrial pueden ser clave para entender los avances alcanzados por estas políticas y las posibilidades de configurar localmente sistemas estratégicos de producción e innovación. A su vez, facilitan comprender por qué este último parece haber mostrado, al menos hasta el momento, resultados más concretos en esta dirección.

Como se observa en el cuadro 3, las potencialidades teóricas del proyecto CAREM estuvieron concentradas fundamentalmente en sus dimensiones o condiciones externas. En este marco, el ser un proyecto en la frontera tecnológica de la industria es una clave fundamental para producir ciertos activos intangibles tecnológicos que son necesarios para configurar un sistema de producción e innovación (principalmente al poner en perspectiva que este necesita expandirse y competir externamente para alcanzar una escala que supere las posibilidades de compra nacional). A su vez, este proyecto se desenvuelve en un contexto histórico internacional que parece ser propicio para nuevos jugadores y en el que la Argentina cuenta con experiencia en la exportación de tecnología nuclear (reactores de investigación) (Zappino, 2023). Sin embargo, las capacidades internas de planificación estatal mostraron una limitación importante que impidió el despegue de un sistema incipiente o naciente de producción e innovación dentro de esta área industrial. Entre estas limitaciones, a) la insuficiencia del financiamiento disponible; b) las interrupciones entre diferencias de gestiones estatales y c) una estructura sectorial fragmentada y sin un actor planificador que cuente con capacidades para coordinar el conocimiento y la experiencia de los diferentes agentes nucleares nacionales y producir sobre su base activos intangibles necesarios.

Por el contrario, el programa ARSAT presentó importantes oportunidades en sus condiciones internas, como, entre otras, una jerarquización del proyecto en la agenda estatal, políticas accesorias de compra pública, costos y tiempos de construcción de satélites más adecuados al presupuesto nacional, una mayor coherencia sectorial y un actor con capacidades adecuadas para la gestión de estos proyectos en áreas tanto ingenieriles como comerciales. A su vez, la cooperación subordinada con empresas líderes de la industria contribuyó a simplificar aspectos tecnológicos

Cuadro 3.
Potencialidades y limitaciones de los proyectos analizados

	CAREM	ARSAT
Potencialidades para la configuración de un sistema nacional de producción e innovación	Dimensiones externas: * Proyecto en la frontera tecnológica * Contexto internacional adecuado para el surgimiento de nuevos sistemas productivos	Dimensiones internas: * Políticas de compra pública y jerarquización en la agenda estatal * Estructura sectorial articulada * Coherencia en las capacidades y competencias del planificador local
Limitaciones para la configuración de un sistema nacional de producción e innovación	Dimensiones internas: * Financiamiento disponible * Estructura sectorial desarticulada * Ausencia de un planificador local	Dimensiones externas: * Trayectoria tecnológica rezagada * Dependencia a empresas líderes * Poco espacio para el surgimiento de nuevos jugadores

Fuente: elaboración propia

de estos proyectos y contar con componentes ya desarrollados externamente. Este fenómeno pone en perspectiva que la industria satelital nacional se desarrolló hasta el momento como un apéndice de las cadenas de valor extranjeras (sin presentar una competencia relevante para ellas).

Sin embargo, pese a que estas características condujeron a la formación de un subsistema de producción e innovación incipiente, sus condiciones externas presentan teóricamente una limitación para que este se desarrolle cabalmente hacia un sistema de producción e innovación planificado por el Estado nacional. En este marco, por ejemplo, este subsistema se ve restringido a una escala que abarca exclusivamente la compra pública de dos Estados semiperiféricos y que se ubica en una trayectoria tecnológica ya dominada por empresas líderes y en transición a otras arquitecturas que podrían cerrar el espacio a nuevos fabricantes de satélites geoestacionarios. Siguiendo los postulados de corrientes teóricas como la teoría de CGV o la literatura de monopolios intelectuales, es difícil que un sistema productivo con estas características permita que empresas como INVAP y GSATCOM logren recorrer un proceso de catching up tecnológico necesario para competir con los líderes de la industria (Humphrey y Schmitz, 2002; Rikap y Lundvall, 2020). Bajo esta perspectiva, se abre como pregunta cuál es la potencialidad de un subsistema de este tipo en el largo plazo. Sin embargo, pese a ello, es posible argumentar que

este subsistema incipiente permitió cumplir parcialmente objetivos estratégicos geopolíticos e industriales, como mayores grados de autonomía tecnológica y el desarrollo a nivel local de ciertos eslabones de la cadena de valor satelital. Como punto final, vale aclarar que ambos proyectos se vieron atravesados por limitaciones propias de un país semiperiférico, como ser una posición global geopolíticamente subordinada y estructuras productivas desequilibradas que tienden a ciclos económicos y políticos que amenazan la continuidad de los planes en el largo plazo.

A partir de lo analizado, es posible sostener que la polaridad entre las características de ambos proyectos permite aprovechar enseñanzas entrecruzadas que potencien los resultados de estos programas tecnológicos e industriales. Para el caso satelital, se observa que el desarrollo de este subsistema incipiente debería orientarse a la producción y acumulación de conocimientos y capacidades que permitan que eventualmente INVAP logre encontrar una trayectoria tecnológica propia, alejada de lo implementado por incumbentes, tal como lo hizo en los años ochenta junto a la CNEA para el caso de la energía atómica con el proyecto CAREM. En cuanto a este último, parece fundamental lograr una mayor coherencia de sistema dentro de su entramado sectorial. Esto podría implicar la formación de una nueva institucionalidad dentro de la CNEA que le permita asumir un rol semejante al que ejercía con anterioridad a los años noventa, logrando así el poder de cohesión necesario para coordinar las capacidades particulares de diferentes actores nacionales y configurar un sistema estratégico de producción nuclear. También parece ser fundamental producir conocimiento diplomático y de alta negociación para conseguir externamente no solo posibles mercados sino también socios estratégicos que aporten recursos financieros y capacidades industriales, comerciales o logísticas ausentes localmente y necesarias para competir dentro de la rama nuclear a nivel global.

Por último, si bien la contrastación entre dos casos no otorga una robustez empírica suficiente para poder generalizar sus resultados, estos hallazgos plantean a modo de hipótesis líneas argumentativas para continuar investigando y discutiendo la planificación de grandes proyectos tecnológicos en espacios semiperiféricos. En primer lugar, se sostiene que la producción de avances tecnológicos, por más cercanos a la frontera global que se encuentren, no parece ser por sí mismo un meca-

nismo suficiente para producir efectos estratégicos industriales si estos no son acompañados de la producción de conocimientos y activos intangibles en otras áreas fundamentales para la configuración de sistemas de producción e innovación. En este aspecto, las core competences de las industrias analizadas no solo se basan en la capacidad de diseñar y construir reactores o satélites, sino en hacerlo en los plazos estipulados y cumpliendo importantes regulaciones y estándares internacionales. Esto implica, por ejemplo, el desarrollo de capacidades industriales y logísticas para la formación de una cadena de proveedores competentes. A su vez, dentro de estas industrias la mayor parte del acceso a clientes y mercados parece realizarse a través de asociaciones y tratados entre Estados, lo cual demanda el desarrollo de capacidades diplomáticas y de alta negociación. Por otra parte, y en segundo lugar, queda en evidencia que proyectos de esta envergadura y ambición tienden a encontrarse limitados al plantearse desde un ámbito exclusivamente nacional, requiriendo salidas regionales y asociativas con países del Sur Global, permitiendo alcanzar así una mayor escala y suplir capacidades financieras.

Como punto final, es importante recalcar que la planificación estatal requiere no reducir al Estado como un sistema institucional unificado y coherentemente configurado, sino que se vuelve fundamental contemplar la existencia de conflictos de interés intra-Estado y de que ciertas esferas estatales presentan una temporalidad que amenaza el cumplimiento de objetivos en el mediano y largo plazo. Se deduce de este fenómeno que la planificación de programas industriales y tecnológicos requiere la formación de subestructuras estatales que puedan permanecer autónomas a otros ámbitos del Estado. Bajo esta perspectiva, nuevamente, la asociación con actores extranjeros puede ser una alternativa para ello. Sin embargo, tomando en cuenta el marco teórico de las CGV y los monopolios intelectuales, es importante que estas relaciones no impliquen la inserción en estructuras productivas globales de manera subordinada, lo cual podría poner un límite a las capacidades de desarrollo nacional al fomentar procesos de extractivismo de conocimiento y valor por parte de actores con un mayor poder político, tecnológico o económico.

Conclusiones

Con el objetivo de estudiar la planificación estatal de grandes programas tecnológicos y sus potenciales efectos para el cambio estructural, en este trabajo se analizaron comparativamente la planificación y el desenvolvimiento de los proyectos CAREM y ARSAT en la Argentina. De este modo, bajo la premisa de que tanto las condiciones internas como externas al entorno nacional pueden limitar o potenciar los efectos de la planificación estatal, se contrastaron los resultados de las políticas mencionadas en cuanto a la configuración de sistemas estratégicos de producción e innovación en sus respectivas áreas industriales.

Como conclusiones particulares, se observó para el proyecto CAREM que si bien sus dimensiones externas presentan un mayor potencial teórico para configurar un sistema nacional de producción e innovación, las condiciones locales de su planificación impidieron hasta el momento que este proyecto logre desarrollar consistentemente conocimiento y capacidades tecnológicas, comerciales e industriales para configurar un espacio productivo de este tipo. Contrariamente, el programa ARSAT contó con mayor solidez en sus dimensiones internas, mostrando la existencia de capacidades locales más adecuadas para estructurar un subsistema incipiente de producción e innovación. Sin embargo, sus condiciones externas, entre ellas, su posición rezagada en una trayectoria ya dominada por empresas líderes y un mercado global que ofrece poco lugar para nuevos competidores, pueden ser debilidades que limiten a futuro configurar nacionalmente un sistema estratégico de producción e innovación propiamente dicho.

En resumidas cuentas, entonces, el éxito relativo del programa ARSAT radicó principalmente en la existencia de capacidades de gestión coherentes con las condiciones nacionales, como, también, en la existencia de una estrategia tecnológica y comercial volcada tanto a las relaciones de cooperación internacional como a políticas complementarias de compra pública. De modo contrario, la ausencia de estas características dentro del proyecto CAREM impidió que este alcance durante el período analizado un estatus exitoso. Más allá de los problemas o retrasos que se pueden esperar de un proyecto tecnológico en la frontera (local o universal), la ausencia de resultados concretos puede explicarse por la presencia de un sector poco cohesivo y con una gran heterogeneidad de intereses, como también por la

ausencia de capacidades para generar vínculos de cooperación (nacional e internacional), no solo importantes a nivel tecnológico, sino también comercial y de financiamiento.

Respecto de este punto, sería interesante estudiar en futuros trabajos en qué medida las posibilidades de generar vínculos de cooperación pueden estar condicionadas por el poder y los intereses de empresas líderes y Estados centrales. Por ejemplo, hasta qué punto el lento desenvolvimiento de proyectos tecnológicos nacionales como el Tronador II se debe, más allá de problemas tecnológicos y de financiamiento (que finalmente podrían ser solucionados a través de la configuración de redes de asociaciones estratégicas), al conflicto de interés que tradicionalmente ocasionaron los desarrollos nacionales de coherencia espacial (Blinder, 2015). Bajo esta perspectiva, se plantea como interrogante por qué las relaciones de cooperación espacial con Turquía se limitaron a satélites de comunicación y no se expandieron al desarrollo de lanzaderas que hubieran permitido un acceso autónomo al espacio.

Como conclusión general, los aprendizajes de estos estudios de caso condujeron a plantear como hipótesis que el potencial de este tipo de proyectos tecnológicos para contribuir a un proceso de cambio estructural radica en que los avances alcanzados se vean acompañados por otros conocimientos y activos intangibles (como capacidades de comercialización y acceso a financiamiento y conocimientos de logística, negociación y diplomacia de alto nivel), los cuales tienen que servir como base para configurar localmente sistemas estratégicos de producción e innovación. De esta manera, se desprende que la producción de tal conocimiento y capacidades debe ser parte integral de los objetivos propuestos por los programas tecnológicos e industriales analizados.

Por otro lado, es posible argumentar que la configuración de estos sistemas estratégicos de producción e innovación requiere de una escala de financiamiento y de mercado que, desde la perspectiva de países como la Argentina, supera un enfoque exclusivamente nacional. Por esta razón, se sostiene que los sistemas productivos de este tipo deben apoyarse en programas de integración regional que permitan superar limitaciones locales por medio de estrategias asociativas con ac-

tores extranjeros, principalmente con Estados del Sur Global que no supongan relaciones de subordinación y de extractivismo de conocimiento. Se espera que estos resultados contribuyan a repensar y reformular la planificación estatal de grandes proyectos y programas tecnológicos en países semiperiféricos como la Argentina.

Bibliografía

- Barletta, M. F. y Yoguel, G. (2017). “¿De qué hablamos cuando hablamos de cambio estructural?”. En Abeles, M.; Cimoli, M. y Lavarello, P. (eds.), *Manufactura y cambio estructural* (27-54). Santiago de Chile: CEPAL.
- Blinder, D. (2015). “El origen del misil Cóndor II (1976-1983). Dictadura, guerra y disuasión”. *Saber y Tiempo*, vol. 1, n° 1, 60-82.
- Blinder, D. y Hurtado, D. (2019). “Satélites, territorio y cultura: ARSAT y la geopolítica popular”. *Transporte y Territorio*, vol. 21, 6-27.
- Carasales, J. C. y Ornstein, M. R. (1998). *La Cooperación Internacional de la Argentina en el campo Nuclear*. Buenos Aires: Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales (CARI).
- Carrizo, E. (2019). “Políticas orientadas a misiones: ¿son posibles en la Argentina?”. *Ciencia, Tecnología y Política*, vol. 2, n° 3, 027.
- Cimoli, M.; Porcile, G.; Primi, A. y Vergara, S. (2005). “Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en Latinoamérica”. En Cimoli, M. (ed.), *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Codner, D. G.; Becerra, P. y Díaz, A. (2012). “Blind Technology Transfer or Technological Knowledge Leakage: A Case Study from the South”. *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 7, n° 2, 184-195.
- Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) (2015). *Plan Estratégico 2015-2025*. Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica. Gerencia Relaciones Institucionales.

- ____ (2016). Memoria y Balance Año 2016. Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica. Gerencia Relaciones Institucionales.
- ____ (2017). Memoria y Balance Año 2017. Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica. Gerencia Relaciones Institucionales.
- ____ (2018). Memoria y Balance Año 2018. Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica. Gerencia Relaciones Institucionales.
- ____ (2019). Memoria y Balance Año 2019. Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica. Gerencia Relaciones Institucionales.
- Dallas, M. P.; Ponte, S. y Sturgeon, T. J. (2019). "Power in global value chains". *Review of International Political Economy*, vol. 26, n° 4, 666-694.
- Del Bello, J. C. (2014). "Argentina: experiencias de transformación de la institucionalidad pública de apoyo a la innovación y al desarrollo tecnológico". En Rivas, G. y Rovira, S. (eds.), *Nuevas instituciones para la innovación. Prácticas y experiencias en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Díaz, J. J. (6 de agosto de 2022). "Nuevos proyectos de INVAP: Alianza con Turkish Aerospace y satélites Small Geo para una mayor participación global". Infobae. Disponible:
<https://www.infobae.com/def/2022/08/06/nuevos-proyectos-de-invap-alianza-con-turkish-aerospace-y-satelites-small-geo-para-una-mayor-participacion-global/>.
- Durand, C. y Milberg, W. (2020). "Intellectual monopoly in global value chains". *Review of International Political Economy*, vol. 27, n° 2, 404-429.
- Energy Impact Center (2020). "Ep. 251 - Julian Gadano, Fmr. Undersecretary of Nuclear Energy for Argentina". YouTube. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=VEJdy-ImVY4>.
- Fernández, V. R. (2015). "Global Value Chains in Global Political Networks: Tool for Development or Neoliberal Device?". *Review of Radical Political Economics*, vol. 23.
- Gadano, J. (2014). "La república nuclear. Una reinterpretación del concepto de autonomía enraizada. Análisis del sector nuclear argentino". Presentado en FLACSO-ISA

Joint International Conference Global and Regional Powers in Changing World. Universidad de Buenos Aires, School of Economics, Buenos Aires

Gereffi, G. y Lee, J. (2012). "Why the World Suddenly Cares About Global Supply Chains". *Journal of Supply Chain Management*, vol. 48, n° 3, 24-32.

Gil Gerbino, J. J. (2022). "Breve historia del CAREM". AAPC. Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias. Disponible en: <https://aargentinapciencias.org/breve-historia-del-carem/>.

González Levaggi, A. y Blinder, D. (2022). "High in the Sky: Turkish-Argentine South-South Space Cooperation". *Third World Quarterly*, vol. 43, n° 1, 94-113.

Harebottle, A. (19 de agosto de 2021). "Satellite Manufacturing in the Era of Mass Production". Via Satellite. Disponible en: <https://interactive.satellitetoday.com/via/sep-tember-2021/satellite-manufacturing-in-the-era-of-mass-production/>.

Ho, M.; Obbard, E.; Burr, P. A. y Yeoh, G. (2019). "A review on the development of nuclear power reactors". *Energy Procedia*, n° 160, 459-466.

Humphrey, J. y Schmitz, H. (2002). "How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters?". *Regional Studies*, vol. 36, n° 9, 1017-1027.

Hurtado, D. (2012). "Cultura tecnológico-política sectorial en contexto semiperiférico: el desarrollo nuclear en la Argentina (1945-1994)". *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, vol. 7, n° 21, 163-192.

Hurtado, 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*, vol. 2, n° 1, 48-71.

Ingeniería UBA (2022). "'CAREM. Actualidad del proyecto e importancia para Argentina' - Semana de la Ingeniería 2022". YouTube. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=21JcXuSL4Es&t>.

Ingersoll, D. y Carelli, M. (2021). *Handbook of Small Modular Nuclear Reactors*. Países Bajos: Elsevier.

Instituto Balseiro Coloquio (2021). "Coloquios IB - Conversatorio AEIB - CAREM 25". YouTube. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Y2saaHEk6hQ&t>.

- Katz, J. (2012). "Cambios estructurales y desarrollo económico". *Revista De Economía Política De Buenos Aires*, vol. 1, n° 1.
- Kibaroglu, M. (1997). "Turkey's quest for peaceful nuclear power". *The Nonproliferation Review*, vol. 4, n° 3, 33-44.
- Laaksonen, J. (9 de enero de 2010). "Lessons Learned from Olkiluoto 3 Plant". Power Engineering. Disponible en: <https://www.power-eng.com/news/lessons-learned-from-olkiluoto-3-plant/>.
- Lavarello, P. y Sarabia, M. (2017). "La política industrial en la Argentina durante la década de 2000". En Abeles, M.; Cimoli, M. y Lavarello, P. (eds.), *Manufactura y Cambio Estructural (157-200)*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Malacalza, B. H. (2017). "A look inside an emerging nuclear supplier. Advocacy coalitions and change in Argentine foreign nuclear policy". *Third World Quarterly*, vol. 38, n° 10, 2295-2311.
- Mancini, M. y Lavarello, P. (2013). "Heterogeneidad estructural: origen y evolución del concepto frente a los nuevos desafíos en el contexto de la mundialización del capital". *Entrelíneas de la Política Económica*, n° 37.
- Markard, J.; Bento, N.; Kittner, N. y Nuñez-Jimenez, A. (2020). "Destined for decline? Examining nuclear energy from a technological innovation systems perspective". *Energy Research y Social Science*, vol. 67.
- Mignacca, B. y Locatelli, G. (2020). "Economics and finance of Small Modular Reactors: A systematic review and research agenda". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 118.
- Nakano, J. (2020). "The Changing Geopolitics of Nuclear Energy. A Look at the United States, Russia, and China". Center For Strategic & International Studies.
- Nevia, M.; Rubén, C. y David, C. (2015). "La participación de la Argentina en el campo espacial: panorama histórico y actual". *Ciencia, docencia y tecnología*, n° 51, 326-349.
- Patton, M. Q. (1999). "Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis". *Health Services Research*, vol. 34, n° 5, pt. 2, 1189-1208.

- Peres, W. y Primi, A. (2009). *Theory and practice of industrial policy: Evidence from the Latin American experience*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Poder Ejecutivo Nacional (PEN) (2015). *Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035*. Buenos Aires: PEN.
- Prebisch, R. (1949). "El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas". *El Trimestre Económico*, vol. 16, n° 63(3), 347-431.
- Quentin, D. y Campling, L. (2018). "Global inequality chains: Integrating mechanisms of value distribution into analyses of global production". *Global Networks*, vol. 18, n° 1, 33-56.
- Redacción Ámbito Financiero (12 de noviembre de 2019). "Techint paralizó obras del reactor nuclear CAREM 25 y suspendió a 270 trabajadores". ámbito. Disponible en: <https://www.ambito.com/economia/techint/paralizo-obras-del-reactor-nuclear-carem-25-y-suspendio-270-trabajadores-n5065220>.
- Rikap, C. (2018). "Innovation as economic power in Global Value Chains". *Revue d'économie Industrielle*, vol. 163, 35-75.
- Rikap, C. y Lundvall, B.-Å. (2020). "Big tech, knowledge predation and the implications for development". *Innovation and Development*, vol. 12, n° 3, 1-28.
- Rodríguez, M. (2017). "La Comisión Nacional de Energía Atómica y la consolidación del complejo empresarial en torno a la actividad nucleoelectrónica (1976-1994)". *Avances del CESOR*, vol. 14, n° 16, 69-89.
- Rowinski, M. K.; White, T. J. y Zhao, J. (2015). "Small and Medium sized Reactors (SMR): A review of technology". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 44, 643-656.
- Schneider, M. y Froggatt, A. (2021). *World Nuclear Industry Status Report 2020*. París: Mycle Schneider Consulting Project.
- Seijo, G. (2023). "¿Se ha intentado alguna vez la planificación a largo plazo? El caso de las telecomunicaciones satelitales en Argentina". *Ciencia, Docencia y Tecnología*, vol. 34, n° 67.

- Selwyn, B. (2018). "Poverty chains and global capitalism". *Competition & Change*, vol. 23, n° 1, 71-97.
- Smichowski, B. ; Durand, C. y Knauss, S. (2021). "Participation in global value chains and varieties of development patterns". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 45, n° 2, 271-294.
- Sztulwark, S. (2020). "La condición periférica en el nuevo capitalismo. Problemas del desarrollo". *Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 51, n° 200.
- Thomas, H.; Versino, M. y Lalouf, A. (2008). "La producción de tecnología nuclear en Argentina: el caso de la empresa INVAP". *Desarrollo Económico*, vol. 47, n° 188, 543-575.
- Toyoshima, M. (2021). "Recent Trends in Space Laser Communications for Small Satellites and Constellations". *Journal of Lightwave Technology*, vol. 39, n° 3, 693-699.
- Unzué, M. y Emiliozzi, S. (2017). "Las políticas públicas de ciencia y tecnología en Argentina: un balance del período 2003-2015". *Temas y Debates*, n° 33, 13-33.
- Vasilachis, I. (1992). *Métodos cualitativos I. Los problemas teórico-epistemológicos*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- Zappino, J. S. (2023). *Ingeniería y desarrollo en el sector nuclear. El CAREM-25: primer reactor nuclear de potencia íntegramente argentino*. Buenos Aires: Instituto Nacional de la Administración Pública.