

Fabricación de radares nacionales entre los años 2003 y 2015.
O de cómo la confluencia de trayectorias institucionales y
políticas públicas favoreció desarrollos tecnológicos nóveles
en Argentina.

Juan Martín Quiroga¹
jquiroga@unrn.edu.ar

Se autoriza la publicación de este trabajo en CD de Ponencias de las
V Jornadas de Historia de la Industria y los Servicios.

¹ Profesor Adjunto Regular, Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Centro de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo (CITECDE).

1. Introducción

En esta ponencia se analiza el desarrollo de radares entre los años 2003 y 2015 en Argentina, desde la perspectiva del constructivismo social de la tecnología (COST), que se centra en la consideración de que la tecnología y la sociedad conforman un tejido sin costuras, en conjunto con la política y la economía (Pinch y Bijker, 2013 [1987]), y a partir de allí se analiza la política pública y la gestión de capacidades dinámicas que permitieron el desarrollo de radares en Argentina. La pregunta de fondo gira en torno a si el desarrollo de radares fue causa o consecuencia de un giro en la política pública de radarización, por el cual se decidió impulsar su desarrollo, y respecto a qué capacidades dinámicas ya fueran existentes o desarrolladas *ad hoc*, fueron habilitadoras de ese cambio en la política pública.

Para ello, el enfoque general se basa en el concepto de co-creación (véase por ejemplo Jasanoff, 2004) que hace referencia a la co-construcción de artefactos y sociedad: los artefactos son constituidos socialmente y, a su vez, constitutivos de la sociedad. En otras palabras: el enfoque de COST va más allá de los determinismos, ya sean sociales o tecnológicos, y reconocen la influencia mutua entre tecnología y sociedad. Es bajo este enfoque que en este trabajo se plantea que la política de radarización y el desarrollo de radares fue un proceso de co-construcción sincrónica, por el cual el desarrollo del artefacto radar no se explica sin un marco de política pública, y viceversa.

El análisis de la política pública de radarización se realiza recurriendo, al Enfoque de las Coaliciones de Causa (ECC), que permite analizar el rol de los diversos actores que han participado en la formulación, implementación y reformulación de una política pública, así como también el papel que los marcos perceptivos de los actores (particularmente se hará referencia al concepto de creencias secundarias) y el aprendizaje, proveniente de información técnica y científica, tienen en el ciclo de dicha política (Sabatier, 1987; Jenkins-Smith y Sabatier, 1994).

Puesto que también se toman en cuenta las capacidades dinámicas desarrolladas en las trayectorias institucionales de INVAP y Fuerza Aérea Argentina (FAA), para que pudiera considerarse el desarrollo de radares en Argentina, se recurre al concepto de capacidades dinámicas. Las mismas son entendidas por Nelson (1991a, 1991b) como conducentes al establecimiento de las competencias centrales (*core competences*) en las organizaciones. En este sentido, la literatura postula que a lo largo de su trayectoria las firmas innovadoras van

desarrollando, junto con su estrategia y estructura, rutinas organizativas que constituyen una jerarquía que abarca tanto a aquellas desarrolladas por los niveles operativos, y su coordinación, así como también los procesos decisorios de los niveles directivos de la organización². Estas capacidades dinámicas, son los aspectos que permiten que las organizaciones sobrevivan y se desarrollen en entornos dinámicos, caracterizados por la existencia de avance tecnológico, por medio del desarrollo de productos y/o procesos innovadores, de allí su caracterización como dinámicas (Nelson 1991a, Nelson 1991b; Teece, Pisano y Shuen, 1997; Teece y Pisano, 1998; Eisenhardt y Martin, 2000).

Este artículo comienza con una revisión de las trayectorias de los principales implicados en el desarrollo del radar en Argentina, la FAA e INVAP SE. Para ello se comienza con un resumen de la historia del uso del radar en la FAA para luego describir la trayectoria de la empresa rionegrina INVAP. Posteriormente se analiza el desarrollo del Radar Secundario Monopulso Argentino (RSMA) y el Radar Primario Argentino (RPA), caracterizándose ambos en forma sucinta. Luego de ello se analiza cómo fue la aplicación de capacidades dinámicas al interior de INVAP y su combinación con otras desarrolladas en la FAA en pos del diseño y fabricación de radares en Argentina, basándose tanto en trabajos previos de otros autores como en conceptualizaciones del autor. Se pasa luego a realizar un análisis, desde la perspectiva de las políticas públicas, la conformación de una coalición de causa entre INVAP y la FAA que permitió un giro significativo en la trayectoria de las políticas públicas de radarización en Argentina a partir de 2004 y se finaliza el artículo discutiendo la co-creación entre políticas públicas y tecnología en el caso del desarrollo argentino de radares entre 2003 y 2015.

2. La Fuerza Aérea Argentina y los radares

Argentina fue el primer país sudamericano en contar con radares para control del espacio Aéreo (González, 2014). Los primeros radares utilizados fueron comprados en el año 1948, y de esta manera la Fuerza Aérea Argentina (FAA), en su carácter de autoridad aeronáutica del país, se constituyó actor responsable del control del espacio aéreo (orientado a la defensa) y del control del tráfico aéreo (orientado a la ayuda en la navegación aérea ya sea civil o militar) del país, y en tal carácter iría realizando compras de diversos radares desde aquel entonces.

² En este artículo se entiende firma en un sentido amplio, que abarca el concepto de organización, a fin de poder analizar el desarrollo de capacidades al interior de la FAA. En Quiroga (sin publicar) se realiza un análisis pormenorizado acerca de la aplicación del concepto de capacidades dinámicas en el marco de la FAA.

Adicionalmente, a partir de fines de la década de 1970 impulsaría planes de radarización integral del espacio aéreo, pero que no llegaron a ejecutarse: el Sistema Integrado de Control del Espacio Aéreo y el Plan Nacional de Radarización de la década de 1970 y de 1990, respetivamente, que tuvieron la característica de centrarse en la compra de sistemas llave en mano a empresas extranjeras (Quiroga y Aguiar, 2016).

La trayectoria de la FAA en lo referido a la utilización de radares implicó la existencia de esfuerzos tempranos en pos de dominar esta tecnología y su uso, aunque luego de que Perón fuera derrocado en 1955 las investigaciones en torno al radar fueron dejadas de lado (Quiroga y Aguiar, 2016). En cambio, la formación de personal para operar y mantener radares sí continuaron, gracias al establecimiento temprano de un grupo de instrucción. Además de estas capacidades, las compras de material y las licitaciones para dos planes integrales de radarización que se sucedieron durante unos 45 años (entre fines de la década de 1940 y mediados de la de 1990) implicaron la generación de capacidades y conocimientos específicos vinculados tanto a la generación de pliegos de licitaciones, como a la evaluación técnica de propuestas. Este proceso de acumulación de capacidades fue paulatino y con el tiempo se volvería un aspecto crucial del desarrollo nacional de radares (Quiroga, sin publicar).

Cabe, por otro lado, mencionarse el hecho de que pese a esta acumulación de capacidades vinculadas al radar, la dependencia tecnológica se mostraba como un obstáculo recurrente que imponía la necesidad de comprar nuevos equipos, puesto que, o bien se discontinuaban los repuestos, o bien la FAA declaraba la obsolescencia de los equipos al tomar conocimiento de radares que contaban nuevas prestaciones o mayor versatilidad, o por la necesidad de compatibilizar los radares con los sucesivos desarrollos que se iban dando en la industria aeronáutica (Quiroga y Aguiar, 2016). El resultado era una y otra vez el mismo: la dependencia tecnológica implicaba la necesidad de que el país recurriera a proveedores extranjeros de tecnología radar, y la capacidad de compra del Estado se utilizara para comprar tecnología foránea.

A principios del presente siglo continuaba vigente aún, pero virtualmente paralizado, el Plan Nacional de Radarización del año 1996. Según fuentes de la FAA, el estado general de la radarización para el año 2000 era aceptable en términos de control del tránsito aéreo, pero precario en lo referente a control del espacio aéreo (defensa). En cuanto al tránsito aéreo, el

mismo dependía, dentro de la FAA, del Comando de Regiones Aéreas (CRA)³ cuyos radares de control de tráfico aéreo cubrían el centro del país, y estaban ubicados en las ciudades de Buenos Aires, Paraná, Córdoba, Mendoza y Mar del Plata. Estos radares daban cobertura a un corredor que concentraba, aproximadamente, el 75% del tránsito aéreo comercial del país (Quiroga y Aguiar, 2016) y, puesto que dicho control permitía recaudar fondos (que eran administrados por la propia FAA) obtenidos a través del cobro de las tasas de servicio de tránsito aéreo y de protección al vuelo, posibilitaba la obtención de ingresos que la FAA destinaba al mantenimiento de estos radares, no así de los radares utilizados con fines de defensa (Fuente 2, 2014b).

Durante el inicio de la década de 2000, la Fuerza Aérea Argentina impulsó una vez más la necesidad de contar con sistemas de vigilancia aérea y control aeroespacial que le permitiera cumplir con su rol de autoridad aeronáutica nacional. El estado del material disponible estaba lejos de encontrarse en condiciones óptimas, y diversas circunstancias mostraron que en el futuro cercano la capacidad operativa podría disminuir drásticamente (Quiroga y Aguiar, 2016). La situación de mantenimiento de los radares era crítica por falta de fondos, y se vio agravada cuando, a fines de la década del '90 y principio del año 2000, se produjo la quiebra de la empresa Westinghouse, fabricante de radares móviles AN-TPS 43, que entonces es absorbida por Northrop Grumman, que notifica a la FAA su decisión de discontinuar la fabricación de repuestos para estos radares, situación que intensificaría el problema operativo de los radares de defensa. Ante este panorama, la perspectiva era que si ciertos componentes de estos radares se rompieran, los mismos ya no podrían ser reparados (Fuente 2, 2014a). De esta manera, en el seno de la FAA comienza surgir dentro del CRA, la necesidad de analizar diversas alternativas a fin de hacer frente al complicado escenario que se tenía por delante.

La decisión tomada a fin de hacer frente a esta situación, rompió una tradición de cincuenta años por la cual la Argentina había comprado sistemas radar a empresas extranjeras (que a su vez había influido en la construcción de agendas de política pública al respecto), al impulsar el desarrollo nacional de esta tecnología, solicitándose a la empresa rionegrina INVAP SE, que había desarrollado un radar de apertura sintética (SAR, por su sigla en inglés) para los satélites SAO-COM⁴, la fabricación de un primer prototipo de radar secundario.

³ El Comando de Regiones Aérea era, en aquel entonces, el área de la FAA encargada de velar por el control del tránsito aéreo en el país.

⁴ Para una sinopsis del desarrollo del SAR véase Quiroga y Aguiar (2016).

3. Trayectoria de INVAP SE

INVAP es una Sociedad del Estado que comenzó sus operaciones en 1976, durante el gobierno de facto de Videla, como brazo ejecutor de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Esta empresa, que está dedicada a proyectos tecnológicos complejos, y que realiza operaciones vinculadas a áreas intensivas en conocimiento, se ha fundado, desarrollado y afianzado en diversos mercados que se caracterizan por requerir la realización de actividades, procesos y productos que son intensivos en conocimiento. Las áreas en las cuales INVAP ha trabajado a lo largo de su historia incluyen el diseño y fabricación de reactores nucleares de investigación y producción de radioisótopos; aeroespacial -principalmente satélites y radares-; medicina nuclear; energías alternativas y servicios a industrias -generadores eólicos, robots, equipos de liofilización, entre otros.

Por la naturaleza de los productos que ofrece la empresa, y por ende, de los mercados en los que opera, ha existido a lo largo de su historia una persistente incertidumbre respecto a la obtención de nuevos proyectos a partir de los cuales sea posible asegurar, no solo su continuidad, sino –y sobre todo- la de las fuentes laborales generadas. Es por este motivo que paulatinamente se fueron diversificando tanto las tecnologías como los productos ofrecidos por la empresa, a partir de la crisis de principios de la década del '90, vinculada a la fuerte dependencia que tenía la empresa respecto de su área nuclear⁵.

Esta crisis dio lugar, en los mayores niveles jerárquicos de INVAP a un cambio en la concepción estratégica, en la cual fue central el concepto de “versatilidad de la empresa”, con el que se buscaba que aquello que caracterizara a la empresa fuera la capacidad de “lograr soluciones tecnológicas basadas en desarrollos de software, hardware, química, sistemas de control” (Entrevista a Fuente 1, 2014b), más que la experiencia adquirida en un cierto sector industrial. De esta manera, en la actualidad INVAP tiene una amplia oferta de productos y servicios que incluye actividades en las áreas nuclear (reactores de investigación, plantas de radioisótopos), espacial y gobierno (satélites y radares), industrial y energías alternativas

⁵ Si bien INVAP comenzó su existencia como brazo ejecutor de la CNEA, luego de mediados de la década de 1980 logró contratos considerables de venta de tecnología, tal como es el caso de la venta de un reactor de experimentación a Argelia (Versino, 2006). Posteriormente, durante la década de 1990 comienza a incursionar en el desarrollo de satélites, como consecuencia de una transferencia de tecnología propuesta por el gobierno de los EEUU al gobierno de nuestro país, a cambio del desmantelamiento del proyecto de misil balístico Cóndor II (Entrevista a Fuente 10, 2011).

(energía eólica, simulación de procesos), y TICs y Servicios Tecnológicos (televisión digital terrestre, sistemas médicos) (INVAP 2017).

Seijo y Cantero (2012) postulan que la cartera de productos de INVAP está basada en la aplicación de capacidades que se han generado en la empresa gracias a procesos de desarrollo de tecnologías a lo largo de su trayectoria. Estas capacidades surgidas o adquiridas con vistas a desarrollos de ciertas tecnologías (por ejemplo reactores de investigación), son luego adaptadas y re-combinadas con otras, a fin de desarrollar otras tecnologías que *a priori* no tienen relación con otras (por ejemplo satélites, respecto de los reactores de investigación). Sin embargo, el común denominador de los desarrollos de diversas tecnologías lo constituyen las capacidades que la empresa emplea en ellos. Puede, de esta manera, afirmarse que existe cierta relación entre productos que *a priori* son muy distintos, si se toman en consideración los conocimientos y capacidades aplicados para su desarrollo. Según estos autores la empresa, a lo largo de su trayectoria constituyó capacidades dinámicas referidas a electrónica, guiado y control, análisis estructural, cálculo térmico, desarrollo de software y mecanizado especial de piezas (Seijo y Cantero, 2012).

4. El radar Secundario Monopulso Argentino. Antecedentes y avances

En marzo de 2003, durante la Presidencia de Eduardo Duhalde, se firmó el primer acuerdo marco entre INVAP y la FAA para la fabricación de un radar construido en Argentina. Este acuerdo marco preveía las actividades de diseño, desarrollo, construcción y puesta en funcionamiento de un prototipo de radar secundario, el Radar Secundario Monopulso Argentino (RSMA). Posteriormente, el 10 de Abril de ese año, se firma un contrato (*ad-referendum* de la aprobación por parte del Ministerio de Defensa y de la Jefatura de Gabinete de Ministros) entre INVAP SE y la FAA que regulaba el cumplimiento del acuerdo marco para el desarrollo del prototipo y de los primeros 10 radares secundarios, que darían lugar a la primera serie de RSMAs fabricada por INVAP. Puesto que la aprobación del Ministerio de Defensa (MD) y de la Jefatura de Gabinete de Ministros no se verificó, en diciembre de 2003 FAA e INVAP suscribieron un contrato para el diseño preliminar del prototipo. Sin embargo, las aprobaciones necesarias tampoco se lograron en tiempo y forma, esta vez como consecuencia de la falta de presupuesto en la FAA, y por este motivo se inicia la ejecución de los trabajos a cuenta y riesgo de la empresa (Banti *et al.*, 2007; Fuente 2, 2014a).

El trabajo a riesgo se estructuró según lo estipulado en dicho contrato de forma tal de posibilitar continuar el trabajo con el impulso logrado con los primeros desarrollos del prototipo del radar secundario, y permitiendo avanzar con la fabricación durante el tiempo necesario para cumplimentar los procedimientos administrativos y burocráticos propios de la actividad estatal necesarios para la aprobación del financiamiento (Fuente 2, 2014a; Fuente 3, 2014a). En dicho contrato, se estipulaba que la Dirección de Sensores Radar (DSR) de la FAA, era el comitente del encargo a INVAP en nombre del Ministerio de Defensa (MD) y como tal, tenía un rol técnico, tanto en lo referente a establecer los requerimientos a cumplir como de asesoramiento a la empresa y supervisión de los avances. También se establecía que la recepción definitiva se lograría una vez que los radares hubieran sido homologados⁶ y certificados por la Autoridad Aeronáutica Argentina, según la normativa vigente de la OACI.

El prototipo del radar secundario, emplazado en el aeropuerto de la ciudad de San Carlos de Bariloche, comenzó a ser ensayado durante el año 2005, logrando en febrero de ese año la primera detección con un *transponder* (Fuente 8, 2014). Su puesta en servicio se realizó con posterioridad a la realización de pruebas y testeos llevados a cabo por parte de la Autoridad Aeronáutica Nacional asistida técnicamente por la OACI entre agosto y septiembre de 2007, quedando a partir de ese momento operativo (Bria, 2010; Fuente 2, 2014a).

Tabla 1 - Ubicación de RSMAs, según serie y año de instalación.

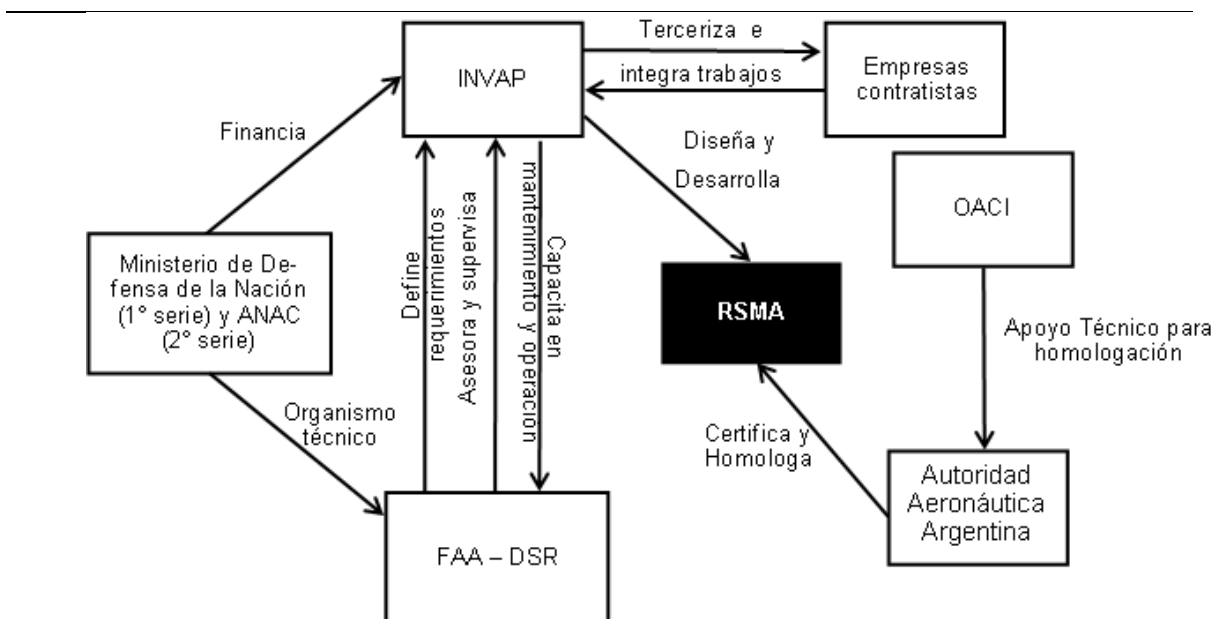
Serie 1		Serie 2	
Ubicación	año de instalación	Ubicación	año de instalación
Bariloche	2007	Las Lomitas	2011
Quilmes	2008	Corrientes	2011
Tucumán	2010	Posadas	2011
Santa Rosa	2008	Pehuajó	2012
Bahía Blanca	2009	Comodoro Rivadavia	2012
San Luis	2009	Rio Gallegos	2012
Neuquén	2008	Malargüe	2013
Córdoba	2008	Puerto Madryn	2013
Morteros	2009	Esquel	2013
La Rioja	2009	Ushuaia	2014
Salta	2010	San Julián	2014

Fuente: Elaboración propia en base a (Telam, 2013b)

⁶ Posteriormente, la Resolución MD 1244/06, en su artículo 5, estipularía que la homologación consistiría en la comprobación, entre otros ítems, de: los procesos de calidad requeridos, el cumplimiento de las especificaciones técnicas y la correspondencia entre las características del radar con las normas y métodos recomendados por la OACI en la materia. Por su parte la Certificación implicaría la verificación del cumplimiento de funciones operativas.

Entre los años 2007 y 2014, INVAP construyó e instaló, además del mencionado prototipo de Bariloche, los restantes 10 radares RSMA de la primera serie (primer contrato) y 11 radares RSMA adicionales correspondientes a la segunda serie (Resolución MPFIPyS 12883/10). En Tabla 1, se detallan las ubicaciones.

Ilustración 1 - Red socio-técnica del desarrollo del Radar Secundario Monopulso Argentino (RSMA).



Siglas:

- ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil
- FAA – DSR: Fuerza Aérea Argentina, Dirección de Sensores Radar
- OACI: Organización de Aviación Civil Internacional
- RSMA: Radar Secundario Monopulso Argentino

Fuente: elaboración propia en base a Resolución MD 1244/06, Decreto 1592/06 y Resolución MPFIPyS 12883/10

5. El Radar Primario Argentino

Paralelamente al contrato de construcción de la primera serie de RSMA, mientras en 2005 se comenzaba a homologar su prototipo ubicado en la ciudad de Bariloche, surgía en las personas a cargo del proyecto la inquietud acerca de cómo aprovechar el conocimiento que se había adquirido gracias a su desarrollo. Ante esta inquietud, y aprovechando los estrechos lazos de comunicación que se habían desarrollado entre los máximos responsables del proyecto RSMA, tanto de INVAP como de la FAA, a partir del año 2005, comienza a analizarse la

posibilidad de encarar el diseño y desarrollo de un radar primario. “Queríamos hacer un radar primario que fuera competitivo con productos que estaban ofreciéndole a FAA, y eso era algo complicado. Entonces, lo que se planteó en la empresa fue iniciar un proyecto a riesgo y que fuera parte de un desarrollo hacia un radar primario competitivo. Entonces se armó un plan de desarrollo del RPA, que se dividió en etapas” (Fuente 3, 2014a).

En este sentido es necesario tener en cuenta, que la complejidad de un radar primario respecto a uno secundario es mucho mayor: puede afirmarse que se trata prácticamente de un artefacto distinto. El radar secundario “interroga” mediante el uso de radiofrecuencia al *transponder*⁷ del avión que “contesta” con un código, en el cual provee información sobre la aeronave en sí. En cambio, un radar primario, tiene que determinar -a partir del eco que genera una onda de radio que se refleja en una superficie- en primer, lugar si se trata de una aeronave o cualquier otro objeto o fenómeno que pueda producir ese rebote (por ejemplo un edificio, una montaña o lluvia). Luego, en caso de tratarse de un avión, debe poder obtener información útil a partir de los datos que se reciben, tales como altura, acimut, distancia respecto de la antena. Adicionalmente, puesto que los radares primarios son utilizados con fines de defensa, un componente esencial es el paquete de contra-contra-medidas (CCM) que se utiliza a fin de evitar todo tipo de interferencias con las que un potencial enemigo buscará que el radar “se confunda”, o “no vea” aquello que quisiera ocultarse a la vista de los operadores. Como puede apreciarse, la complejidad implícita en un radar primario, es tal, que el desarrollo de este tipo de sistema es un desafío en sí mismo (Fuerza Aérea Argentina, 2010a(?); Fuente 3, 2014a).

El inicio de los trabajos en el Radar Primario, a cuenta y riesgo de INVAP, comenzaron el 04 de Julio de 2007 e implicaron que se establecieran los lineamientos sobre los que se desarrollaría el Radar Primario Argentino 3D de Largo Alcance (RPA3D-LA⁸). Estos incluían la participación de la FAA como organismo técnico asesor y futuro usuario. Por su parte, el desarrollo del RPA se planteaba a partir de la construcción de cinco Modelos de Evaluación Tecnológica (MET), donde cada uno de estos modelos, cuyo desarrollo fue yuxtapuesto⁹, no secuencial, permitiría avanzar en forma modular hacia la fabricación de un radar prototipo

⁷ El *transponder* es un artefacto ubicado a bordo de los aviones, que responde a un pulso enviado por un radar secundario. Su respuesta brinda información sobre el avión en cuestión y por ellos son utilizados en control de tránsito aéreo (Quiroga y Aguiar, 2016).

⁸ A los fines prácticos, se ha decidido abreviar a este radar como RPA en toda la ponencia.

⁹ El Anexo “Bravo” del Contrato 1774 de la DGFm, presenta un cronograma preliminar de actividades de diseño, fabricación, ensayos y puesta en marcha de los MET. Adicionalmente el anexo “Charlie” presenta un cronograma de pagos y certificaciones.

operativo (RPO) al finalizar la fabricación del MET 5. De esta manera, el 13 de diciembre de 2007, se firma un contrato entre la DGFM e INVAP, *ad referendum* del Poder Ejecutivo Nacional (MPFIPyS, 2007), por un monto total de \$141.577.492. Según ese contrato, el rol conferido a la FAA incluía la evaluación de la ingeniería de diseño, la ingeniería de detalle y la realización de las pruebas necesarias para aprobar cada MET. El mecanismo de trabajo implementado, implicaba que si FAA aprobaba la ingeniería de un MET, se pasaba a la fabricación, se realizaban las pruebas y, si eran superadas, se pasaba a “integración y ensayos” (Fuente 9, 2014).

De esta manera, el MET 1 se trataba del diseño y fabricación de la estructura portante del radar 3D no activo, es decir que no emitía ni recibía señales de radio. Tenía una antena de 5,2 m de ancho, y 4,8 de alto, basada en la antena del RSMA. El objetivo era, a partir de una antena representativa, verificar la resistencia del sistema motriz de rotación, y la resistencia estructural a cargas de viento reales (MPFIPyS, 2007 y Fuente 9, 2014). Al 30 de Junio de 2008, se habían finalizados los ensayos sobre este modelo (INVAP SE, 2008). Al MET 1, lo seguirían los modelos de evaluación tecnológica que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2 – Modelos de evaluación tecnológica del RPA y sus características.

	Año de certificación	Características
MET 2	2008	Montado sobre antena de RSMA Modelo activo en Banda L Alcance corto: entre 32 a 48 km Permitía Demostrar la posibilidad de emitir y recibir señales y procesarlas en forma digital, y demostrar la capacidad de dirigir el haz (de ondas de radio)
MET 3	2009	Antena de un cuarto de la superficie prevista y de media potencia. Se trata de un instrumento autónomo capaz de cubrir el rango intermedio [llamado en la jerga <i>gapfiller</i>] capaz de detectar pequeñas aeronaves que vuelan a baja altura Permitía variar la frecuencia utilizada e incorporaba simulador de IFF y tenía algunas contra-contra medidas electrónicas a fin de evaluar las capacidades para guerra electrónica que podían desarrollarse. Posteriormente, este modelo se vendió al Ministerio de Defensa bajo el nombre de Radar de Alcance Mediano Experimental (RAME)
MET 4	2010	Se trataba de un radar no activo, cuyo fin era resolver y demostrar el cumplimiento de los requerimientos de transportabilidad en un avión de carga (tipo C-130 Hércules). Sobre este modelo estructural se agregaría la electrónica a fin de integrar (fabricar) el MET
MET 5	2010	Radar activo de largo alcance que tenía la antena completa y operaba a potencia plena. Servía como banco de prueba de las contra-contra medidas electrónicas (CCME), aún no poseía IFF (estas señales se simulaban) y permitía evaluar el desempeño general del sistema
RPO	2013	Se trataba de un prototipo operativo que realizó ensayos en forma permanente, en la localidad de las Lomitas, Formosa, que generó propuestas de modificaciones y mejoras que fueron utilizados como insumo para la consolidación y cierre del proyecto.

Año de certificación	Características
	<p>Durante el tercer trimestre de 2012 se le instalaron los sistemas de contra-contra medidas electrónicas</p> <p>Se utilizó para hacer las validaciones funcionales por parte de la FAA, en la Base Aérea Morón, en la Provincia de Buenos Aires.</p>

Fuente: Elaboración Propia en base a Fuente 3(2014a), Fuente 9(2014), INVAP SE (2009, 2011, 2012, 2013 y 2105a), MPFIPyS (2007) y Telam (2013a)

6. Desarrollo de radares y capacidades dinámicas

Desde una perspectiva de las capacidades involucradas en el diseño y desarrollo, primero del RSMA y luego del RPA fueron posibles tanto gracias al *stock* de capacidades disponibles en INVAP, las cuales en algunos casos residían en los diversos servicios¹⁰ que la componen, y en otras se obtuvieron gracias al desarrollo de nuevas capacidades y conocimientos. De las entrevistas realizadas surge que, aquellas capacidades descritas por Seijo y Cantero (2012), preexistentes al inicio de los trabajos con radares fueron de gran utilidad para estos desarrollos: electrónica, análisis estructural, modelística (que incluye cálculo térmico) desarrollo de *software* y mecanizado especial de piezas (Fuente 7, 2014).

Sin embargo la recombinación de los saberes implícitos en estas capacidades *per se*, no alcanzaban para generar un radar. En este sentido, la Fuente 1 (2014b) menciona que al inicio del desarrollo del RSMA fue necesario profundizar y desarrollar conocimiento específico en radio frecuencia, a fin de poseer la capacidad de comprender la propagación electromagnética, puesto que el principio de funcionamiento de los radares se basa en este fenómeno. Asimismo la comprensión y dominio del proceso de transmisión-recepción-codificación de ondas de radio, fue un aspecto a desarrollar al interior de la empresa en primer lugar para desarrollar el RSMA, y mucho más aún para el desarrollo del RPA. Finalmente, si bien la empresa tenía una vasta experiencia en desarrollo de software, también debió profundizar en el desarrollo de software de procesamiento de señales, es decir, aquel que permitiría procesar los datos recibidos a fin de generar información a partir de ellos.

Estas capacidades, en la medida que fueron adquiriéndose y difundiéndose entre el personal que la empresa iba empleando en estos proyectos, permitieron el desarrollo en sí de los radares. Sin embargo también fue necesaria la utilización de otro tipo de capacidades que

¹⁰ En INVAP, con el término “servicios”, se hace referencia a aquellas áreas que se constituyen en proveedoras internas de soluciones para los proyectos que se llevan a cabo. Estos “servicios” suelen ser llamados áreas de *staff* en la literatura de administración. Véase, por ejemplo Mintzberg (1991).

por su naturaleza y alcance pueden ser descriptas como meta-capacidades. Las mismas se pueden caracterizar como aquellas que brindan a la organización un marco para que pueda disponer del conjunto de las capacidades de carácter operativo (como las identificadas previamente) para el desarrollo de nuevos productos tecnológicos. Entre estas capacidades podemos mencionar:

(i) Los procesos organizativos mediante los cuales los niveles superiores de INVAP deciden la pertinencia de la diversificación estratégica hacia nuevos productos o procesos tecnológicos. Esta capacidad de evaluación estratégico-prospectiva se debe comprender como desarrollada gracias a -y la vez dependiente de- la trayectoria de la empresa (*path-dependent*). Puede ser caracterizada como un conocimiento tácito, no codificable, de carácter estratégico y residente en los niveles directivos en una base no-individual, es decir que constituye un conocimiento grupal que requiere de la interacción inter-subjetiva.

(ii) La capacidad de interacción con diversos tipos de clientes, a fin de poder llevar adelante desarrollos de tecnología a medida. Esta capacidad es uno de los rasgos distintivos de las operaciones de la empresa tales como las ventas de tecnología nuclear a Egipto, Argelia y Australia, o los primeros satélites integrados con componentes provistos por la NASA (INVAP SE, 2006). En el caso de los radares, esta capacidad fue doblemente ventajosa: tanto para INVAP como para la FAA. Para INVAP (que tenía las capacidades a fin de enfrentar los desafíos del desarrollo tecnológico del radar en tanto artefacto, pero carecía de la *expertise* necesaria para definir el producto desde una perspectiva de uso operativo) esta capacidad basada en competencias comunicacionales, permitió comprender el uso que los futuros operadores le darían al radar y esto sirvió para definir aspectos como la interfaz del usuario (puesto que el personal de la FAA interviniente en el proyecto tenía claro cómo quería que cierta información se representara en la interfaz del operador, y qué operación debía ser posible realizar con ellas), así como también tener un mirada desde los técnicos que deberían realizar el mantenimiento.

De esta manera las capacidades propias de INVAP eran insuficientes para el desarrollo de radares y por ello, fue necesario además recurrir a las capacidades que la FAA había desarrollado a lo largo de su trayectoria en lo referente a la utilización y mantenimiento de radares, generación de pliegos licitatorios, especificación de requerimientos funcionales y técnicos. La disponibilidad de estas capacidades permitió que la FAA pudiera adquirir radares con un alto grado de personalización según sus requerimientos y participar en el proceso de

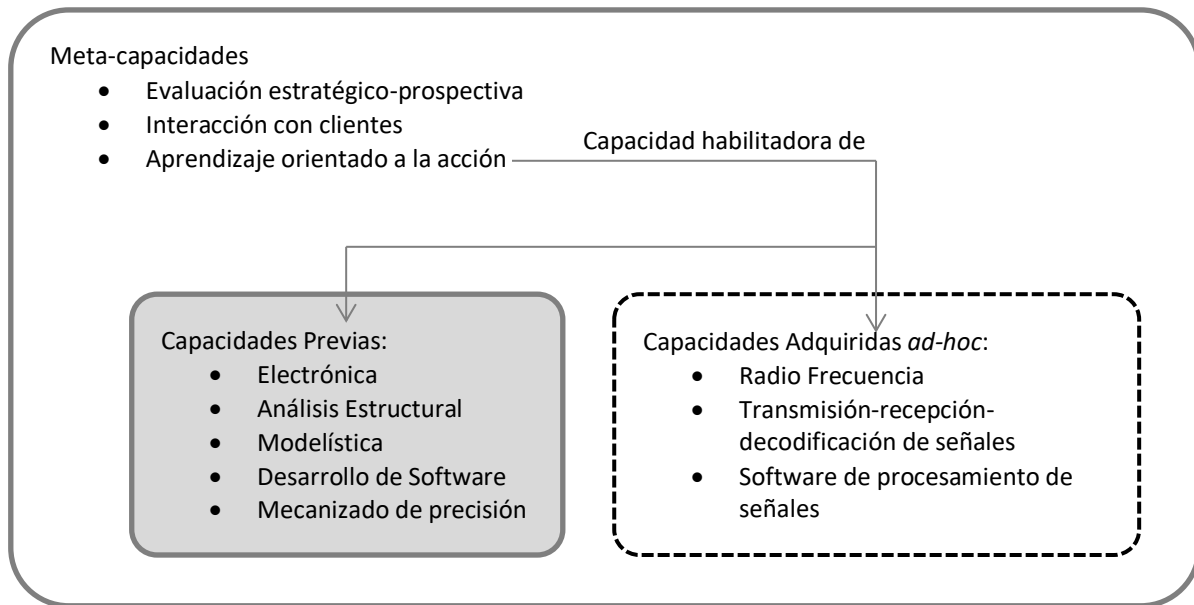
diseño y fabricación, posibilidades difíciles de lograr cuando se recurre a la compra de sistemas llave en mano a empresas extranjeras. Además, y gracias a la creación de la Oficina de Representación Técnica en Fábrica, la FAA tuvo una participación activa durante todo el proceso de desarrollo, fabricación y pruebas de los radares, lográndose incluso introducir leves modificaciones y mejoras al diseño, a lo largo de todas estas fases (Fuente 3, 2016). Cabe pensarse que esta capacidad de INVAP de interactuar con diversos tipos de clientes, pre-existente al trabajo de desarrollo de radares, se vio fortalecida en la interacción con la FAA y la complementariedad lograda (Quiroga, sin publicar).

(iii) Finalmente, la capacidad de aprendizaje de los ingenieros y tecnólogos empleados de INVAP constituye un rasgo distintivo de la empresa. Sin embargo, en este caso es necesario aclarar que esta capacidad no se basa en algún tipo de proceso formalizado o rutina de gestión del conocimiento explícita por la cual existieran procedimientos de aprendizaje organizacional. Por el contrario, se trata de una rutina arraigada en la cultura empresarial y que puede vislumbrarse como constitutiva de una parte del proceso de inducción de los nuevos empleados, y dependiente, en gran medida, de la capacidad de cada uno de los trabajadores ya sean los que se incorporan, como de aquellos que tienen una mayor antigüedad en la empresa¹¹.

Al centrarnos particularmente en la meta-capacidad de aprendizaje, que fue constituyéndose en forma gradual, es posible comprender la importancia que tiene esta capacidad, mediante la cual fue posible establecer nuevas capacidades de carácter operativo de la empresa, necesarias para poder llevar adelante el diseño y desarrollo de radares secundarios y primarios. En este sentido, las fuentes consultadas coincidieron en que las nuevas capacidades desarrolladas se relacionan con (i) el conocimiento de radiofrecuencia, particularmente la comprensión de la propagación electromagnética; (ii) el proceso de transmisión-recepción-decodificación de ondas de radio (que se vincula la generación y procesamiento electrónico de señales y con el diseño y funcionamiento de las antenas); y (iii) el desarrollo de software de procesamiento de señales, que complementa el procesamiento electrónico y que permite el trabajo con los datos obtenidos.

Esquema 1 - Jerarquía e interrelación de meta-capacidades y capacidades dinámicas

¹¹ Recién en el año 2013 la empresa emprendió la labor de realizar un mapa de conocimiento, como primera medida tendiente a comenzar a gestionar el conocimiento. Dentro de esa iniciativa, también se comenzó a formalizar el plan de carrera. Estas innovaciones de gestión fueron motivadas, principalmente, por el crecimiento en el número de personal empleado (Fuente 11, 2014).



Fuente: Elaboración propia

A partir del trabajo en radares primarios y secundarios, el conocimiento generado tuvo su aplicación en otros desarrollos vinculados a radares encarados por la empresa a partir de los años 2011 tales como: el ya mencionado RAME; la modernización de los radares móviles Westinghouse AN TPS 43¹²; el desarrollo del Radar Secundario Monopulso Argentino Transportable (RSMA-T) “Mamboretá” para la FAA; la fabricación e instalación de un Radar Secundario Monopulso Argentino Navalizado (RSMA-N) para el rompehielos ARA Almirante Irizar; la participación activa de INVAP en el Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME) como proveedora de la serie Radares Meteorológicos Argentinos (RAM) y sistemas asociados¹³; fabricación de un radar para el Vehículo Aéreo no Tripulado (VANT) del proyecto SARA (Sistema Aéreo Robótico Argentino) (INVAP SE, 2013; 2014c; 2015 y 2016).

7. El Decreto 1407/04 y creación del SINVICA

En Octubre de 2004, los contratos para el desarrollo y la fabricación del prototipo y de los primeros 10 RSMA ya estaba en marcha, cuando el Presidente Kirchner, por medio del Decreto 1407/04, crea el Sistema Nacional de Vigilancia y Control Aeroespacial (SINVICA).

¹² El primer contrato para la modernización de uno de estos radares tuvo un precio aproximado de \$20 millones (Telam, 2013a)

¹³ La Resolución MPFIPyS 924/11 autorizaba la contratación directa a INVAP para la provisión de un prototipo de RMA por un valor de \$52.442.838. Posteriormente la Resolución MPFIPyS 1230/14, autorizaba el contrato para la provisión de 10 RMAs, equipamiento para el Centro de Operaciones, centros de procesamiento regional e infraestructura y sistemas conexos, por un valor de \$316.511.584.

Se trataba del tercer intento de la Argentina tendiente a establecer un sistema de control del espacio aéreo, manteniendo algunas similitudes respecto al Decreto 145/96 que creara el PNR¹⁴. Pese a las similitudes referidas, la referencia a la “capacidad tecnológica disponible en la industria nacional” que permitía encarar al desarrollo de la tecnología radar en Argentina, mencionada en el Decreto 1407/04, constituyó un cambio radical en el enfoque con el que la Argentina encaraba la problemática de la radarización. Este aspecto sobresaliente del nuevo sistema de vigilancia y control aeroespacial, establece una diferencia sustancial con los dos proyectos anteriores en la materia, al incorporar la fabricación nacional de radares a su *corpus*, en contraste con la compra a empresas extranjeras, implícita tanto en el SICEA como en el PNR. Asimismo, cabe resaltar el hecho de que la dimensión referida al diseño y desarrollo nacional de tecnología radar a partir de capacidades existentes, hasta ese momento ajena a la problemática de la radarización en Argentina, también es vista en el Decreto 1407/04, desde una perspectiva más amplia, como tendiente al “desarrollo económico y social del país por medio de la producción nacional” de tecnología radar.

Este giro en la política de radarización se basa en la concepción de que ciencia y tecnología son factores *sine qua non* del desarrollo, que es una idea que hecha sus raíces en el pensamiento latinoamericano en ciencia tecnología y sociedad, surgido durante las décadas de 1960 y 1970 y que tuvo dos grandes exponentes argentinos como fueron Amílcar Herrera y Jorge Sábato. A su vez, esta línea de pensamiento vinculado a la autonomía tecnológica¹⁵, fue retomando fuerza en la agenda política argentina durante los gobiernos de Kirchner y Fernández de Kirchner, entre los años 2003 y 2015¹⁶. Conceptos como “innovación”, “sistema nacional de innovación”, o incluso “soberanía tecnológica” pasaron a formar parte de las agendas públicas, incluso más allá del ámbito de las políticas específicas de CyT. En este sentido, el Decreto 1407/04, es ejemplo de aquello señalado por Bijker: “toda tecnología es política y toda política es tecnológica” (Bijker, 2006: 201).

8. Análisis desde la perspectiva de las coaliciones de causa

El cambio de compra de sistemas llave en mano, hacia la producción nacional de radares puede ser explicado como una consecuencia de cambios en las creencias secundarias de la

¹⁴ Compárese, por ejemplo, los considerandos del Decreto 145/96 y los del Decreto 1407/04.

¹⁵ Véase Adler (1988).

¹⁶ Para mayores referencias se pueden consultar los trabajos de Anlló y Peirano (2005), Del Bello (2012) y Versino, et al. (2013).

FAA, entendida como un actor fundamental en lo referido al control del espacio aéreo en nuestro país, y con fuerte injerencia en la formación de la agenda de las políticas públicas al respecto. A fin de comprender este cambio en las creencias secundarias, es necesario retrotraernos unos cuarenta años atrás, hasta la década de 1970 con el SICEA, y posteriormente, a la década de 1990, con el fallido PNR: ambos planes orientados a la adquisición de sistemas llave en mano, constituyeron sendos fracasos, al no lograr llevarse a la práctica ninguno de ellos. Posteriormente, la degradación del sistema de defensa en su conjunto, como consecuencia de la “significativa y crónica reducción de recursos para la jurisdicción [defensa], en los últimos veinte años” (Ministerio de Defensa, 2007: 5), sumada a la precaria situación del control del espacio aéreo (que se vio agravada por la falta de repuestos como consecuencia de la discontinuación por parte del fabricante, tal como se ha visto), generaron un panorama en el cual era prácticamente imposible para la FAA el cumplimiento de la tarea que el Estado le asignaba.

En este contexto, cuando oportunamente personal de la FAA tomó conocimiento del desarrollo del SAR para el satélite SAO-COM, por parte de INVAP, se comenzó a vislumbrar la posibilidad de que el desarrollo nacional de radares, en principio secundarios, fuera tenida en cuenta por los mandos a cargo del Comando de Regiones Aéreas (CRA), que a su vez, lograron instalar esta idea en los niveles superiores de la FAA. Este cambio en la percepción de la FAA, respecto de la posibilidad de desarrollar nacionalmente radares, puede explicarse por medio de la idea de aprendizaje orientado a las políticas, expuesto por Sabatier y Weible (2007). Así la capacidad de generación de requerimientos técnicos-operativos, armados de pliegos de licitaciones y la evaluación técnica de las propuestas recibidas en las licitaciones públicas internacionales del pasado, permitía a la FAA contar con personal en condiciones de evaluar la capacidad de la empresa INVAP para el desarrollo nacional de tecnología radar y, llegado el caso, documentar los requerimientos que se definieran.

La información de contexto

El marco general en el cual se tomó la decisión de crear, a instancias de la FAA, el SINVICA durante el año 2004, generando un cambio sustancial en la política pública de radarización argentina, se puede rastrear en los motivos invocados como considerandos del Decreto 1407/04, que giraban en torno al incremento a nivel regional y nacional del tránsito aéreo comercial y a la necesidad, en cumplimiento de los acuerdos internacionales del país, de

la adecuación a la normativa dictada por la OACI en cuanto a control del tráfico aéreo. Otro motivo adicional fue el aumento del Tránsito Aéreo Irregular (TAI), y particularmente el asociado a actividades ilegales, como contrabando y narcotráfico, que se observaba a nivel regional y nacional, así como también como aquel vinculado a actos de terrorismo, que se habían producido a nivel mundial (Decreto 1407/04). Con estos antecedentes, se hacía preciso dotar de los medios necesarios para lograr un satisfactorio control del espacio aéreo y la protección del desarrollo económico del país e incrementar la seguridad en las fronteras (Fuente 4, 2015). Sin embargo, los pocos radares primarios móviles disponibles, sumados a la discontinuación en la provisión de repuestos, tornaban imposible el cumplimiento de estas tareas con los medios con los que se contaba.

Por otro lado, también es necesario resaltar el hecho de que luego de una década de gobiernos de corte neoliberal primero bajo la presidencia de Carlos Menem, y luego de De la Rúa, Argentina había caído en una grave crisis institucional, a fin del año 2001. En este sentido, la llegada al gobierno de Kirchner, luego del gobierno de transición de Duhalde, significó un cambio en la coalición gobernante que, entre otros cambios, impulsó un giro en la orientación de las políticas industriales que tuvieron un impacto positivo, al menos durante los primeros años de gobierno. De esta forma, a partir de 2003 comenzó a incrementarse la actividad industrial, parcialmente gracias a la sustitución de importaciones, creándose nuevas empresas y aumentando la productividad empresarial (Kulfas, 2016)

La inclusión, en la política de radarización de la posibilidad del desarrollo nacional de tecnología, como forma de aprovechar las capacidades existentes hizo que la política de radarización incorporara el fin de propugnar al desarrollo del país, en forma temprana a lo que posteriormente fue la política de CyT llevada a cabo por los gobiernos “kirchneristas” de los años 2003 a 2015¹⁷, que impulsaron el desarrollo de la ciencia y tecnología nacional como vehículo para lograr soberanía tecnológica. Esta particularidad, que ciertamente está por fuera de la radarización en sí misma, se tornó en un aspecto central -y diferenciador- del SINVICA y que posteriormente, pasó también a formar parte de las normas internas del Ministerio de Defensa¹⁸.

¹⁷ Recuérdese que Néstor Kirchner asume la presidencia de la Nación en diciembre de 2003 y que el Decreto 1407 es de Octubre de 2004.

¹⁸ Véase por ejemplo la Resolución MD 1150/10, en la que el MD aprueba la compra de la primera serie de RPAs a INVAP.

La coalición de causa entre INVAP y FAA como componente del subsistema de la política de radarización

En este contexto INVAP, que por su trayectoria había ido desarrollando buena llegada a diversos funcionarios y políticos, se constituyó en un aliado clave de la FAA en el marco de una coalición de causa que impulsó un cambio sustancial en la agenda de política pública de radarización. Mas allá de la política pública en sí, el establecimiento de una coalición entre estos actores, tenía cierta lógica puesto que, si bien tanto INVAP como la FAA tenían intereses distintos, el desarrollo nacional de radares servía a los fines de ambas: a la FAA al permitirle eliminar la dependencia tecnológica respecto de empresas extranjeras a fin de llevar adelante tanto el control del espacio aéreo como del tráfico aéreo de Argentina, uno de sus fines institucionales. Para INVAP, la posibilidad de desarrollar una nueva línea de productos que le permitiría, insertarse en un nuevo mercado, aprovechando conocimientos residentes al interior de su estructura y diversificado el tipo de productos ofrecidos, y , con el correr del tiempo, estas capacidades podrían permitir que la empresa se constituyera en proveedora de soluciones para la defensa.

Sin embargo, todo el trabajo concerniente al desarrollo de tecnología radar no estuvo exento de presiones provenientes de otros actores con percepciones diferentes o bien, con intereses diversos en dicha política pública: en la FAA hubo que vencer la inercia, sobre todo antes de comenzar los desarrollos, que suponía la larga tradición de compra de sistemas llave en mano extranjeros en materia de radares. Adicionalmente, cabe reconocer que existieron presiones en contra del proyecto, tales como algunas recibidas de parte de representantes de empresas en contra del desarrollo nacional de radares primero, y luego proponiendo reducciones de precios significativas en nuevos equipos, a cambio del abandono del desarrollo una vez que se hicieron visibles los avances logrados (Fuente 12, 2014). Al interior del MD, también había quienes planteaban sus reparos respecto de las características del sistema de vigilancia y control del espacio aéreo propuesto por el SINVICA¹⁹.

Efectivamente, el trabajo de INVAP en el área de radares dio lugar a que paulatinamente la empresa, se constituyera en un proveedor de soluciones para las fuerzas armadas argentinas, y comenzara a trabajar en conjunto con la DGFM y FAdeA. En este sentido, un indicador es el

¹⁹ Véase por ejemplo Runza (s/f), - documento posiblemente escrito durante el año 2006- o Martín, y otros (2006). Llama la atención la similitud entre ambos documentos.

recuento de los proyectos que tiene la empresa en el área de desarrollo de radares previamente detallados, así como otros desarrollos vinculados al desarrollo del SARA. La tesis que aquí se plantea es que INVAP agregó un nuevo área de negocios que le permitió, además de mantenerse como un proveedor de soluciones de las industrias nuclear y espacial, constituirse en un proveedor de soluciones para la defensa. Sin embargo, esto suscita una pregunta fundamental respecto a si el desarrollo de radares fue causa o consecuencia de este giro en la política pública por el cual se comenzó a impulsar el desarrollo nacional de radares.

9. Conclusiones

Hemos visto de qué manera la interacción entre INVAP y la FAA permitió, llevar a cabo el diseño y desarrollo de radares secundarios y primarios en Argentina. Esta actividad, se basó principalmente en un cúmulo de capacidades que habían sido desarrolladas a lo largo de sus respectivas trayectorias por cada una de estas organizaciones, y de otras que se surgieron a partir de las interacciones generadas. En el caso de INVAP, las capacidades dinámicas identificadas previamente por Seijo y Cantero (2012), se considera que fueron sustancialmente necesarias pero no suficientes a fin de poder encarar el desarrollo de esta nueva tecnología. Por ello se han descrito un conjunto de meta-capacidades que son las que son habilitadoras de, y dan el marco organizacional para, el surgimiento y utilización de las capacidades dinámicas de la empresa: sin estas metas capacidades difícilmente se considera que puedan surgir y explotarse en el tiempo las capacidades dinámicas.

De esta forma, una primera meta-capacidad la constituye aquella por medio de la cual los niveles superiores de INVAP toman la decisión de ingresar en nuevos negocios sobre los cuales la empresa no tiene un conocimiento acabado, ya sea implícito o explícito, pre-existente. Adicionalmente, la capacidad de INVAP de interactuar en forma empática con clientes, combinada con la experiencia de la FAA en cuanto a operación y mantenimiento de radares y la generación de requerimientos a los fines de pliegos de licitaciones para compras anteriores de material, permitieron establecer una relación sinérgica, más allá de las diversas trayectorias, formaciones y necesidades de las partes involucradas.

Por último, la meta-capacidad de aprendizaje del personal de INVAP fue de una importancia fundamental para lograr el desarrollo del RSMA. Esta meta-capacidad es la que sienta las bases para el desarrollo de todo tipo de capacidades dinámicas vinculadas a saberes técnico-prácticos y que en este caso particular favoreció la adquisición de capacidades

dinámicas vinculadas a radio frecuencia, transmisión-recepción-decodificación de señales, y desarrollo de software de procesamiento de señales. Los medios utilizados para dominar estas disciplinas, no estuvieron basados en prácticas de gestión del conocimiento de carácter formal.

Por otro lado, respecto de las políticas públicas, según hemos visto el desarrollo de radares (RPA, RSMA) en Argentina fue posible gracias a la interacción entre FAA e INVAP, actividad que se dio en el marco del Decreto 1407/04, pero que comenzó antes de la publicación de dicho Decreto. Y esto nos remite nuevamente a la pregunta enunciada en el apartado anterior: ¿el desarrollo de radares fue causa o consecuencia de un giro en la política pública que se plasmó en el Decreto 1407/04 y que impulsó el desarrollo nacional de radares?

Este cambio en las política pública de radarización, basada como se ha mostrado en un cambio en las creencias secundarias de la FAA, se basó en la combinación de capacidades acumuladas a lo largo de la trayectoria de INVAP y FAA: la primera a partir del uso de capacidades dinámicas aplicables al desarrollo tecnológico que poseía y otras que creó y fortaleció *ad-hoc*, en el marco de las meta-capacidades que se han presentado. Por su parte, la FAA, recurriendo a capacidades y conocimientos vinculados al uso y mantenimiento de radares, pero también a referidas a la generación de pliegos de licitación, análisis de propuesta y generación de requerimientos funcionales y técnicos.

Sin embargo, puesto que los primeros trabajos en pos del desarrollo del RSMA fueron anteriores al Decreto que dio origen al SINVICA, estos trabajos no se llevaron a cabo bajo el auspicio de una política pública que los propiciara particularmente. Es por ello que del análisis del caso se puede concluir que el desarrollo de radares constituye un caso de co-creación entre sociedad y tecnología: el desarrollo de la tecnología surge aquí como iniciada por el impulso dado por las instituciones que se constituirían en una coalición de causa de esta política pública, pero a su vez la política pública sirvió para catalizar el desarrollo y producción nacional de radares. De esta manera, el desarrollo de radares fue posible gracias a su vez, al cambio en la política pública de radarización de Argentina que se basó en una modificación de las creencias secundarias de la FAA, actor fundamental en el marco de esta política pública. Al percibir algunos miembros de la FAA que existían en Argentina capacidades suficientes para encarar el desarrollo nacional de radares, influyeron de forma tal que este aspecto pasó a ser parte de la agenda de esta política pública a partir de la creación del SINVICA, y posteriormente gracias al logro de resultados (prototipo del RSMA operativo) también implicó modificaciones en la ejecución de la política pública.

Sin embargo, este cambio perceptual, a su vez fue posible en gran parte, gracias a la acumulación de capacidades dinámicas obrado a lo largo de las trayectorias de FAA e INVAP. En síntesis el desarrollo de radares representa un caso de cambio en la agenda y ejecución de una política pública que permitió la creación de nuevas capacidades dinámicas, pero en el que dicha política pública, al ser tanto causa como consecuencia de las capacidades que a lo largo de diversas trayectorias fueron desarrolladas por organizaciones tan disímiles como la FAA e INVAP, es un ejemplo de co-creación entre sociedad y tecnología.

Bibliografía

- Adler, E. (1988). State Institutions, Ideology, and Autonomous Technological Development: Computers and Nuclear Energy in Argentina and Brazil. *Latin American Studies Association*, 59-90.
- Anlló, G., y Peirano, F. (2005). Una mirada a los sistemas nacionales de innovación en el Mercosur: análisis y reflexiones a partir de los casos de Argentina y Uruguay. Buenos Aires: Oficina de la CEPAL en Buenos Aires.
- Banti, L., Bizzolatti, J., y Losada, J. E. (2007). Radarización - Segunda parte. Buenos Aires: Observatorio de Políticas Públicas del Cuerpo de Administradores Gubernamentales. Jefatura de Gabinete de Ministros.
- Bijker, W., y Pinch, T. (2013 [1987]). La construcción social de hechos y artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente. En H. Thomas, y A. Buch, Actos, actors y artefactos. *Sociología de la Tecnología* (pp. 19-62). Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes.
- Del Bello, J. C. (2012). ARGENTINA: EXPERIENCIAS DE TRANSFORMACIÓN DE LA INSTITUCIONALIDAD PÚBLICA DE APOYO A LA INNOVACIÓN Y AL DESARROLLO TECNOLÓGICO. Buenos Aires: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Eisenhardt, K. M., y Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: what they are? *Strategic Management Journal*, 1105-1121.
- González, O. F. (2014). Vigilancia y Control Aéreo en Argentina. Buenos Aires: Ediciones Argentinidad.
- Jasanoff, S. (2004). Ordering knowledge, ordering society. En S. Jasanoff, *States of knowledge. The co-production of science and social order* (págs. 13-44). New York: Routledge.
- Jenkins-Smith, H. C., y Sabatier, P. A. (1994). Evaluating the Advocacy Coalition Framework. *Journal of Public Policy*, 14(2), 175-203.
- Kulfas, M. (2016). Los Tres Kirchnerismos. Una historia de la economía argentina 2003-2015. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- Nelson, R. R. (1991a). The Role of Firm Differences in an Evolutionary Theory of Technical Advance. *Science and Public Policy*, 18(6), 347-352.
- Nelson, R. R. (1991b). Why Do firms differ, and how does it matter? *Strategic Management Journal*, 12(S2), 61-74.

- Quiroga, J. M. (Sin Publicar). Políticas públicas y desarrollo tecnológico nacional. La Fuerza Aérea y los primeros 60 años de tecnología radar en Argentina.
- Quiroga, J. M., y Aguiar, D. (2016). Abriendo la “caja negra” del radar. Las políticas de radarización para uso civil y de defensa en Argentina entre 1948 y 2004. *H-Industri@*, 10(19), 71-100.
- Sabatier, P. A. (1987). Top-Down and Bottom-Up Approaches to Implementation Research: a Critical Analysis and Suggested Synthesis. *Journal of Public Policy*, 6(1), 21-48.
- Seijo, G. L., y Cantero, J. H. (2012). ¿Cómo hacer un satélite espacial a partir de un reactor nuclear? Elogio de las tecnologías de investigación de Invap. *Redes*, 18(35), 12-44.
- Teece, D. J., y Pisano, G. (1998). The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction. En G. Dosi, D. Teece, y C. Josef (Eds.), *Technology, Organization and Competitiveness. Perspectives on industrial and corporate change*. Oxford: Oxford University Press.
- Teece, D. J., Pisano, G., y Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Versino, M. S. (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). Universidad Estadual de Campinas - Instituto de Geociencias, Brasil: Tesis Doctoral.
- Versino, M., Di Bello, M. E., Y Buschini, J. (2013). El campo de los estudios sociales en ciencia y tecnología y la formulación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación productiva en el periodo democrático (1983-2013). *Cuestiones de Sociología*(9), 359-365.

Documentos y Fuentes

- Fuente 1. (05 de Mayo de 2014b). Personal de Invap. (J. M. Quiroga, Entrevistador)
- Fuente 2. (06 de Junio de 2014a). Entrevista a Personal Superior Fuerza Aérea Argentina. (J. M. Quiroga, Entrevistador)
- Fuente 2. (04 de Jul de 2014b). Entrevista a Personal Superior Fuerza Aérea Argentina. (J. M. Quiroga, Entrevistador)
- Fuente 3. (27 de 06 de 2014a). Entrevista a Personal de Invap SE. (J. M. Quiroga, Entrevistador)
- Fuente 7. (2014 de Nov de 2014). Entrevista a Ingeniero de Invap. (J. M. Quiroga, Entrevistador)

Fuente 8. (11 de Nov de 2014). Entrevista a Ingeniero de INVAP. (J. M. Quiroga, Entrevistador)

Fuente 9. (02 de Dic de 2014). Entrevista a Ingeniero de Fuerza Aérea Argentina. (J. M. Quiroga, Entrevistador)

Fuente 10. (30 de 11 de 2011). Personal Jerárquico Invap SE. (D. Quatrini, Entrevistador)

Fuente 11. (28 de Oct de 2014). Entrevista a Personal Jerárquico de INVAP. (J. M. Quiroga, Entrevistador)

Fuente 12. (24 de Oct de 2014). Entrevista a Ex Funcionario del Ministerio de Defensa. (J. Quiroga, Entrevistador)

Fuerza Aérea Argentina. (2010a(?)). Programa Argentino de Desarrollo de Sensores Radar. Una mirada desde sus protagonistas: FAA - INVAP.

INVAP SE. (2008). Estados contables al 30-Jun-2008.

INVAP SE. (2009). Estados Contables al 30-Jun-2009.

INVAP SE. (2010). Estados contables al 30-Jun-2010.

INVAP SE. (2011). Memoria y Balance al Ejercicio Económico finalizado el 30-Jun-2011. San Carlos de Bariloche, Rio Negro, Argentina.

INVAP SE. (2012). Memoria y Balance. Ejercicio Económico finalizado el 30 de Junio de 2012. Bariloche.

INVAP SE. (2013). Estados Financieros correspondientes al ejercicio económico finalizado el 30 de Junio de 2013. Bariloche.

INVAP SE. (2014c). Estados Financieros correspondientes al ejercicio finalizado el 30-Jun-2014. Bariloche.

INVAP SE. (30 de Jun de 2015a). Estados Financieros correspondientes al ejercicio finalizado el 30 de junio de 2015. Bariloche.

INVAP SE. (2016). Estados Financieros correspondientes al ejercicio finalizado el 30-Jun-2016. Bariloche.

INVAP SE. (24 de Jun de 2017). *www.invap.com.ar*. Recuperado el 24 de Jun de 2017, de www.invap.com.ar: www.invap.com.ar

MPFIPyS. (13 de Dic de 2007). Contrato 1774 entre DGFM e INVAP SE. Buenos Aires.

MPFIPyS. (2010, Nov 24). Resolución 12883/10. Buenos Aires.

Telam. (2013a, Nov 09). Argentina dio un fuerte impulso a la radarización en los últimos años y se cubrió gran parte del país.

Telam. (2013b, Nov 09). *En los últimos diez años creció la cantidad de radares de uso civil y militar.*