

**Trayectorias de empresas productoras de 'bienes complejos' en el
ámbito latinoamericano: los casos de INVAP S.E. y
EMBRAER S.A.**

Mariana S. Versino
CONICET/CEUR – MAECyT/UBA - UNLP

Resumen

El desarrollo económico de los países latinoamericanos puede caracterizarse como tecnológicamente dependiente y especializado en actividades productivas que utilizan bienes de capital y conocimientos tecnológicos producidos por industrias situadas en los países desarrollados. Existen en dichos países escasos ejemplos de empresas o sectores de actividad en los que se haga uso de conocimiento científico-tecnológico e ingenieril producido localmente.

El trabajo presenta el inicio de las trayectorias de dos empresas productoras de bienes complejos, situadas en Argentina (INVAP) y Brasil (EMBRAER), con el objeto de reflexionar acerca de las características del desarrollo de productos con alto valor agregado en conocimientos en territorios en que este tipo de producciones constituye una excepción antes que la regla. Se trata del estudio de la producción de bienes pertenecientes a los sectores nuclear, espacial y aeronáutico, por parte de empresas de capital estatal hasta su privatización en uno de los casos.

Si bien se indagan procesos específicos y localizados de producción de bienes complejos se lo hace desde un abordaje analítico que intenta a un mismo tiempo recuperar la especificidad de los casos estudiados y también comprender la dinámica más amplia en la que se desarrollan los procesos de cambio tecnológico.

Palabras clave

Empresas Públicas, Sector Nuclear, Sector Aeronáutico, Tecnología Conocimiento, Intensiva, Bienes Complejos

Abstract

The economic development of Latin American countries can be characterized as technologically dependent and specialized in productive activities that use capital and technological knowledge produced by industries from developed countries. There are few examples in these countries of companies or sectors that use scientific, technological and engineering knowledge locally produced.

The paper presents the beginning of the paths of two companies producers of complex goods, located in Argentina (INVAP) and Brazil (Embraer), in order to reflect on the characteristics of the development of products with high added value in knowledge in countries where such productions is an exception rather than the rule. It is the study of the production of goods belonging to the nuclear, aeronautics and space industries, by companies of state capital until its privatization in one case.

Specific processes and localized production of complex goods is researched from an analytical approach that tries to simultaneously recover the specificity of the cases studied, but also understand the broader dynamics in which technological processes are developed.

Keywords

Public Enterprises, Nuclear Sector, Aeronautical Sector, Knowledge, Intensive Technology, Complex Goods

1. Introducción

El desarrollo económico de los países latinoamericanos puede caracterizarse como tecnológicamente dependiente y especializado en actividades productivas que utilizan bienes de capital y conocimientos tecnológicos producidos por industrias localizadas en los países desarrollados¹. Existen en dichos países escasos ejemplos de empresas o sectores de actividad en los que se haga uso de conocimiento científico-tecnológico e ingenieril producido localmente.

En el ámbito internacional, los sectores que compiten sobre la base de la incorporación de nuevos conocimientos a la producción se estructuran en mercados liderados por grandes empresas con capacidades endógenas de I+D. Dichas empresas poseen los recursos para generar o apropiarse de nuevos conocimientos aplicables para su uso comercial, radicando la mayor parte de sus actividades de investigación y desarrollo en sus países de origen caracterizados por poseer densos tejidos productivos, abundante mano de obra calificada y relaciones interinstitucionales altamente desarrolladas.

El trabajo presenta el surgimiento de las trayectorias de dos empresas productoras de bienes complejos, situadas en Argentina (INVAP S.E.) y Brasil (EMBRAER S.A.), con el objeto de reflexionar acerca de las características del desarrollo de este tipo de bienes en territorios en que estas producciones constituyen una excepción antes que la regla. El objetivo es indagar en torno a los orígenes de estas trayectorias aun cuando hacia el final se presenta un cuadro de conjunto que llega hasta la actualidad.

¹ Si bien la participación de los países subdesarrollados en las exportaciones mundiales totales de sectores de "alta tecnología" se incrementó considerablemente en la última década del siglo XX, dicho crecimiento se explica en función de las exportaciones de tan solo cinco países (Singapur, Malasia, Filipinas, Tailandia y Corea), ninguno de ellos latinoamericano, en Mani, Sunil. "Exports of High Technology Products from Developing Countries: Is it Real or a Statistical Artifact", *Discussion Papers*, Maastricht: UNU/INTECH, 2000.

Se trata de un estudio acerca de la producción de bienes pertenecientes a los sectores nuclear, espacial y aeronáutico, por parte de dos empresas de capital estatal hasta su privatización en uno de los casos analizados². La relevancia de la reflexión se relaciona con la importancia que tiene este tipo de emprendimientos en la promoción de dinámicas territoriales generadoras de empleo calificado, entramados socio-productivos más densos y mayores interacciones entre instituciones públicas de investigación y desarrollo y el sector productivo.

Se parte de la consideración de que en los procesos de producción de tecnologías intensivas en conocimientos y, en particular, en el caso de la producción de bienes complejos, no solo “la economía importa” sino que también “importan las ideas”, “las instituciones” y el “espacio socio-territorial” en que se desenvuelven y, por ello, se realiza el análisis desde un abordaje que permita captar este supuesto.

Así, si bien se indagan procesos específicos y localizados de producción de bienes complejos se lo hace desde un abordaje analítico que intenta a un mismo tiempo recuperar la especificidad de los casos estudiados, pero también comprender las dinámicas más amplias en las que se desarrollan. Conocer las condiciones que hicieron posible la producción de tecnologías localmente desarrolladas que actualmente están siendo utilizadas para la producción de bienes complejos destinados tanto a mercados nacionales como internacionales resulta de especial interés para comprender las actuales restricciones, pero también las posibilidades, de las economías latinoamericanas para promover producciones que incorporen un alto valor agregado en conocimientos.

² La empresa INVAP es una sociedad del estado y la empresa EMBRAER fue una empresa estatal hasta su privatización a inicios de la década de 1990.

2. Marco analítico, metodología y forma de presentación de los casos

La noción de *trayectoria* permite la definición del ámbito de estructuración de relaciones que generan articulaciones diferenciadas en el caso de distintos actores. Las *trayectorias* dan cuenta de las fases por las que atraviesa la historia de un actor particular, en este trabajo, las empresas analizadas. Así, para esta presentación en particular, la trayectoria de cada empresa estructura los recortes realizados en el ejercicio descriptivo-analítico de los casos seleccionados.

Cada trayectoria contribuye a la conformación / reproducción de una dinámica de desarrollo determinada y no existe trayectoria que no se vea limitada en su desarrollo por los elementos introducidos por las dinámicas más amplias en el marco de las cuales opera. En este sentido, se privilegia un abordaje microsocioal que considera a la empresa como una construcción social determinada por las configuraciones históricas en el marco de las cuales tienen lugar. Asimismo, el abordaje se nutre de la perspectiva de la "historia de empresa" para el análisis de los procesos particulares de emergencia, crecimiento y transformación empresaria.

Se analizan en el trabajo dos empresas productoras de bienes complejos. En ambos casos se realizaron entradas de campo con la realización de entrevistas a cuadros gerenciales que protagonizaron las distintas etapas por las que atravesaron las trayectorias de las firmas. También en ambos casos se analizó tanto el material obtenido en cada empresa (balances, documentos de propaganda o divulgación de las firmas, entre otros), como las entrevistas realizadas a sus protagonistas. En el caso de la empresa brasileña, además de las entrevistas a informantes clave, se hizo uso de la información secundaria que se registra en la abundante bibliografía que se dedica a su análisis.

Se presentan a continuación entonces las trayectorias de la empresa *Investigación Aplicada S.E.* y de la *Empresa Brasileña de Aeronáutica S.A.* en base a una descripción del surgimiento de las mismas y las principales características adquiridas a lo largo de su historia. La

descripción de cada trayectoria introduce fases en el desempeño de las firmas que se definen a partir de la existencia de un conjunto de modificaciones que introducen cambios sustantivos en la operatoria de las mismas a lo largo del tiempo. En este trabajo solo se desarrollan más detalladamente las dos primeras fases de cada trayectoria, que son las que más elementos introducen tanto para el establecimiento de similitudes y diferencias entre las mismas como para la comprensión de los elementos requeridos para haber hecho posible su existencia.

3. El caso de INVAP S.E.³

La empresa Investigación Aplicada (INVAP S.E.) – fundada en 1976 – es una Sociedad del Estado que ha generado capacidades en diversos sectores de producción de bienes complejos intensivos en conocimiento: diseño y construcción de reactores nucleares para investigación científica y producción de radioisótopos; producción de tecnología aeroespacial (satélites de investigación y más recientemente satélites de comunicaciones y radares primarios y secundarios para vigilancia y control del aeroespacio), equipamiento médico y automatización industrial (plantas químicas, tratamiento de residuos industriales peligrosos), entre otros. Se encuentra localizada en la

³ Esta descripción, con un desarrollo más detallado de las fases I a IV, se encuentra en Versino, Mariana. “*Análise socio-técnica de processos de produção de tecnologias intensivas em conhecimento em países subdesenvolvidos. A trajetória de uma empresa nuclear e espacial argentina (1970-2005)*”, Tesis de Doctorado, *Universidade Estadual de Campinas*, Editora UNICAMP, 2006. También en Thomas, Hernán; Versino, Mariana y Lalouf, Alberto, "La producción de tecnología nuclear en Argentina: el caso de la empresa INVAP", en *Desarrollo Económico* N°188, Vol.47, Enero-Marzo, 2008, p. 543-575 y Thomas, Versino y Lalouf, “Invap: una empresa nuclear y espacial argentina”, en Thomas, Hernán; Santos, Guillermo y Fressoli, Mariano, *Innovar en Argentina. Seis trayectorias empresariales basadas en estrategias intensivas en conocimiento*. Buenos Aires: Lenguaje Claro Editora, 2013.

ciudad de Bariloche (Provincia de Río Negro) a 1.640 km de Buenos Aires.

El análisis de la trayectoria que hizo lugar a la existencia de esta firma puede dividirse en cinco fases con un periodo de crisis profunda en el que la viabilidad de la empresa estuvo seriamente amenazada. Las fases identificadas a partir de momentos diferenciados en relación a los objetivos coyunturales y los elementos económicos, socio-políticos, institucionales y geoestratégicos en el marco del cual se desarrollaron las actividades de la firma son las siguientes:

- Fase I (1971/1976) **Antecedentes:** el Programa de Investigaciones Aplicadas del Centro Atómico Bariloche (CAB) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).
- Fase II (1976/1984) **Conformación de la firma Investigación Aplicada S.E.:** contratista del Estado (Plan Nuclear argentino).
- Fase III (1984/1988) **Reorientación de los objetivos de la firma:** inserción en el mercado internacional.
- Periodo 1989/1991 **Crisis profunda.**
- Fase IV (1992/2004) **Recuperación y diversificación radical:** apertura del Área Espacial.
- Fase V (2005/2013) **Crecimiento sostenido y reorientación hacia el mercado interno:** redefinición del Área Espacial como Área Aeroespacial y de Gobierno.

A continuación caracterizaremos brevemente las dos primeras fases que dan cuenta del surgimiento de la firma.

3.1. Antecedentes (1971-1974): el *Programa de Investigaciones Aplicadas (PIA)* del Centro Atómico Bariloche (CAB) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Luego de finalizada la Segunda Guerra Mundial, la Argentina define al área nuclear como de interés estratégico del Estado. A partir de ese momento se consolida en el país una tradición en investigación y

desarrollo nuclear, cuyo principal protagonista institucional es la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Hacia mediados de la década de 1950 se crean dos dependencias de la CNEA fundamentales para la formación de recursos humanos y para el desarrollo de capacidades tecnológicas autónomas: el Instituto de Física en el Centro Atómico Bariloche (actualmente Instituto Balseiro), en donde se imparten cursos de física teórica y experimental; y el Departamento de Metalurgia, sector clave para el desarrollo tecnológico, el entrenamiento técnico del personal y la transferencia de tecnología a la industria.

A principios de 1958, la CNEA logra desarrollar y construir íntegramente un reactor nuclear de experimentación en Argentina que se constituye en el primero de América Latina⁴. La existencia de políticas estatales sostenidas de apoyo al sector nuclear permitió consolidar y ampliar dicha acumulación tecnológica. Los sucesivos Planes Nucleares nacionales promovieron la construcción de centrales nucleoelectricas, el desarrollo de combustibles nucleares y la producción de radioisótopos, creando una demanda sectorial de insumos relativamente dinámica. La ideología tecno-nacionalista e industrialista de parte de los integrantes de la CNEA, coadyuvó a la obtención de una capacidad tecnológica cercana a la autonomía en materia nuclear y fomentó la creación de empresas locales proveedoras del sector.

La primera fase de desarrollo de la empresa que hemos denominado de pre-creación o de antecedentes de la firma tiene lugar entre los años 1971 y 1976. La misma se desarrolla en el marco de la segunda etapa del modelo económico de industrialización por sustitución de importaciones (1958-1976), caracterizada por una activa participación del Estado en la producción de bienes y servicios, la participación de capitales transnacionales en el marco de una fuerte regulación estatal de la actividad económico-productiva, la planificación y promoción de

⁴ Hurtado, Diego, *El sueño de la Argentina atómica: política, tecnología nuclear y desarrollo nacional. 1945-2006*, Buenos Aires: Edhasa, 2014.

actividades consideradas estratégicas y la orientación de la producción industrial hacia el mercado interno. En la planificación estatal, el área nuclear era considerada prioritaria, tanto en el plano del desarrollo tecno-económico como en el geoestratégico.

Todo el período correspondiente a esta primera etapa de consolidación del grupo que luego haría lugar al surgimiento de la empresa analizada se caracterizó por un sostenido desarrollo industrial con tasas de crecimiento anuales de entre el 4% y el 8% durante el decenio 1964-74 y un aumento de la participación del sector manufacturero en el PBI. La industria manufacturera alcanza a dar cuenta de la cuarta parte del total exportado en 1974. Aun cuando las ramas de mayor complejidad tecnológica estuvieron lideradas por empresas transnacionales, se registra una participación significativa de empresas privadas nacionales y algunas estatales.

Si bien esta fase es anterior a la constitución de la firma como empresa, adquiere una importancia determinante en el desarrollo de su trayectoria tecno-productiva. En 1971, un grupo de investigadores del Centro Atómico Bariloche de la CNEA creó el Programa de Investigaciones Aplicadas (PIA). El principal objetivo del PIA era utilizar los conocimientos disponibles en la CNEA y las capacidades acumuladas en el Centro Atómico Bariloche para contribuir al desarrollo de tecnologías para la industria local.

El PIA surgió por iniciativa de un egresado del doctorado en Física del Instituto Balseiro (CAB-CNEA)⁵ quien, a su regreso de una estancia de pos-doctorado en la Universidad de Stanford (EEUU), propone a la institución generar un grupo de "investigación aplicada". El viaje de quien luego será el primer Gerente General de la firma tuvo lugar a inicios de la década de 1970, en el momento de auge de la creación de empresas de microelectrónica en el *Silicon Valley*. La observación de la estrecha vinculación entre dicha Universidad y las empresas radicadas

⁵ El Instituto Balseiro, dependiente de la CNEA y la Universidad Nacional de Cuyo, es un centro de excelencia de reconocido prestigio internacional en la formación de físicos e ingenieros nucleares.

en sus alrededores, generó su adhesión al proyecto de orientar la investigación a la resolución de problemas de la industria.

El PIA se concretó con el apoyo de algunos miembros de la Comisión que compartían la visión de sectores de la CNEA de Buenos Aires, en particular, el de los integrantes del Departamento de Metalurgia a cargo de Jorge Sábato⁶. Los miembros fundadores de la firma participaron en su totalidad de este equipo de trabajo.

Uno de los principales obstáculos registrados por los miembros del PIA para realizar sus actividades de asistencia a la industria era la complejidad burocrática y la dificultad para el establecimiento de contratos comerciales con terceros, derivados del carácter público de la institución de la que dependían (la CNEA). Cuanto más se ampliaba la cantidad de contrataciones, mayor era la dificultad administrativa y de gerenciamiento de los emprendimientos que se realizaban dentro del Programa. En parte por estas dificultades, hacia fines de 1975, los integrantes del PIA consideraron conveniente constituir una empresa, bajo la figura legal de Sociedad del Estado.

Durante este período, se desarrollaron en el PIA cuatro líneas de productos tecnológicos: procesos metalúrgicos, producción de materiales semiconductores, de productos derivados del carbono y de procesos de producción de materiales a través de su tratamiento con haces de partículas. En general, se desarrollaban actividades de I+D y puesta a punto de procesos y productos por encargo de empresas estatales y privadas interesadas en la fabricación (a escala relativamente reducida) de estos elementos.

Durante esta fase, la totalidad de clientes correspondió al ámbito local⁷. Si bien, en líneas generales, la fase se caracterizó por la

⁶ Jorge Sábato, representante del denominado Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Desarrollo, estuvo estrechamente vinculado a los miembros fundadores de la firma y sus ideas formaron parte del ambiente intelectual de la época de su creación.

⁷ La mayor parte de esta cartera estaba constituida por empresas o instituciones estatales: ENTEL, CITEFA, ALUAR, SENID, así como proyectos desarrollados dentro de la CNEA que requerían colaboración del PIA. En menor proporción y

utilización de conocimientos y tecnologías disponibles es posible registrar algunas innovaciones incrementales (adecuando procesos a las capacidades productivas locales, por ejemplo, para la producción de ferritas) y uno de innovación mayor (proceso de purificación de zinc).

3.2. Conformación de la firma (1976-1984): contratista del Estado (Plan Nuclear argentino)

Esta fase de evolución de la firma coincidió con el periodo de la Dictadura Militar iniciada en marzo de 1976. La política económica de la Dictadura se caracterizó por un *shock* aperturista y un retroceso del Estado como dinamizador de la economía nacional. Aunque la tendencia general de esta política fue el desmantelamiento del aparato regulatorio proteccionista de la industrialización sustitutiva, la Dictadura continuó – y de hecho acentuó – la consideración del sector nuclear como estratégico. Así, aun en el marco de un momento de apertura externa de la economía, la firma continuó desarrollando sus actividades como en la etapa anterior a partir de la demanda estatal.

En tanto el conjunto de la economía nacional se encontraba en crisis, la empresa no sufrió efectos negativos: su nivel de inserción institucional en el aparato estatal y la percepción geoestratégica de las Fuerzas Armadas le garantizaron un contexto estable a lo largo del periodo.

Esta fase concluyó debido a una convergencia de cambios en el escenario político-institucional y económico. A partir de 1984, tras la restauración del sistema democrático y el inicio de la gestión del presidente Ricardo R. Alfonsín, la situación generada por la crisis de la deuda externa y la inestabilidad monetaria llevó a la adopción de una política de ajuste del gasto público que impactó directamente sobre el desarrollo del Plan Nuclear, el cual comenzó a ver crecientemente recortado su financiamiento.

con cierta discontinuidad, también se realizaron trabajos para empresas privadas: FATE Electrónica, Ciarrapico, Metalúrgica Austral.

La empresa INVAP S.E. fue constituida en 1976 a partir de un acuerdo entre la CNEA y la provincia de Río Negro, teniendo como objetivos centrales apoyar el Plan Nuclear argentino y crear fuentes de trabajo genuinas en la provincia. En sus inicios, la empresa puede ser descripta como una continuación del Programa de Investigaciones Aplicadas, bajo una forma organizacional diferente. La mayor flexibilidad operacional y libertad contractual de la nueva figura legal, sumadas a los vínculos de confianza con la CNEA constituyeron ventajas clave en esta fase.

INVAP S.E. no recibe aportes presupuestarios del Estado, dependiendo exclusivamente de la venta de servicios y equipamientos y la ejecución de contratos de locación de obra en Argentina y en el exterior. Su práctica empresarial es, en este sentido, equivalente a la de una firma privada con fines de lucro.

Si bien la firma se propuso continuar con la realización de ventas a los mismos clientes del PIA, a menos de dos años de su creación la empresa se encontró volcada por entero a los requerimientos del Plan Nuclear. El primer trabajo encargado por la CNEA a la empresa fue el desarrollo de una planta de producción de esponjas de circonio. Luego, la empresa se encargó de proyectos secretos del Plan Nuclear argentino, en particular, del desarrollo de una planta de enriquecimiento de uranio.

En 1978, la empresa inició su participación en un proyecto de alta complejidad de la CNEA: la construcción de un reactor de investigación para el Centro Atómico Bariloche. Hacia 1980, INVAP S.E. fue contratada por la CNEA como proveedor de instrumentos para un proyecto de construcción de otro reactor similar, en Perú. El ritmo de evolución fue sostenido a lo largo de todo el período. La disponibilidad de fondos – para desarrollos considerados estratégicos a escala nacional – permitió el rápido crecimiento de la estructura de la firma, así como de su planta funcional. Hacia 1984, la firma había completado algunos de los contratos más importantes como lo fueron la construcción de la planta de enriquecimiento de uranio y los reactores de experimentación del Centro Atómico Bariloche y de Perú.

Durante esta fase, INVAP S.E. se concentró en la satisfacción de demandas del Estado. A diferencia de la fase anterior, estas demandas provenían con exclusividad del área nuclear y su principal ente coordinador fue la CNEA. En el área de metalurgia, se construyó una planta piloto para la producción de esponja de circonio, materia prima para la producción de aleaciones usadas para muchos componentes de las centrales nucleares.

En 1978, a partir del pedido de la CNEA, la empresa inicia la producción de ciclo completo (diseño, construcción, puesta en funcionamiento y operación) de una planta de enriquecimiento de uranio a través del proceso de difusión gaseosa⁸. Durante el transcurso de la fase, la empresa fue ampliando su participación en la construcción de reactores nucleares de experimentación. Paralelamente se diseñaron algunos artefactos electro-mecánicos de aplicación médica (que llegaron a producirse a escala reducida). Sin considerar la planta industrial de enriquecimiento de uranio, la producción se centró en la generación de ejemplares únicos (prototipos y plantas piloto).

En todos los proyectos de esta etapa hay algún grado de innovación incremental. En el mayor de los proyectos – la planta de enriquecimiento de uranio – se realizó el desarrollo completo de las membranas cerámicas –insumo clave para el éxito del proceso – y se introdujeron mejoras en la eficiencia de los sellos de los compresores y el sistema de carga y descarga de fluoruro de uranio mediante sublimadores-condensadores. Es claro que la tecnología necesaria para el enriquecimiento ya había sido desarrollada en otros países, pero dado que este *know how* no tenía estado público, fue necesario re-producir el diseño completo del proceso.

El desarrollo de proyectos tecnológicos fue el desafío principal de esta etapa y la dinámica de trabajo se consolidó desde sus orígenes como la de una “organización basada en proyectos”⁹. Los “proyectos” o “paquetes” tecnológicos (PT’s) se constituyen para la firma en las

⁸ Este proyecto abarca, no sólo el proceso de difusión mismo, sino todos los procesos de producción de los insumos y equipos para el proceso de enriquecimiento.

unidades operativas que organizan la ingeniería, administración y distribución de recursos humanos y financieros.

Los aprendizajes derivados de la realización de grandes proyectos para la CNEA, implicaron importantes avances en los aspectos organizacionales y de gestión de proyectos. La firma amplió su capacidad de organizar equipos multidisciplinarios orientados a la resolución de problemas. La superación de las dificultades derivadas de la imposibilidad de obtener conocimientos de libre circulación y la necesidad de mantener el secreto acerca de su realización como en el caso del proyecto de enriquecimiento de uranio, contribuyó al desarrollo de dichas capacidades. Los profesionales de la empresa adquirieron durante este periodo un 'espíritu de cuerpo' caracterizado por una fuerte auto-confianza en su capacidad para enfrentar y resolver desafíos tecno-productivos: "nosotros podemos hacerlo".

La continuidad de la trayectoria de la firma continúa hasta la actualidad con diferentes momentos en que las estrategias de supervivencia/crecimiento se vieron afectadas por las dinámicas más amplias que afectaron su desempeño.

4. El caso EMBRAER S.A.

EMBRAER S.A. es una empresa que prácticamente representa a la industria aeronáutica de Brasil. Es la cuarta empresa de aviones comerciales del mundo luego de Boeing, el consorcio Airbus y el grupo Bombardier, su principal competidor. Es actualmente líder en el mercado de *jets* regionales y hasta el momento produjo alrededor de 5.100 aviones que operan en 69 países. Actualmente cuenta con alrededor de 19.000 empleados de los cuales casi el 90% se encuentran en Brasil. Fundada el 19 de agosto de 1969 a través del Decreto Ley N°

⁹ Hobday, Mike, "The project-based organisation: an ideal form for managing complex products and systems?" *Research Policy* 29, 2000, p. 871-893.

770, como empresa de capital mixto vinculada al Ministerio de Aeronáutica, fue privatizada el 7 de diciembre de 1994.

La trayectoria de la empresa EMBRAER puede dividirse en cuatro fases y un periodo de crisis profunda en el que, al igual que en el caso analizado en el apartado anterior, la viabilidad de la empresa también estuvo seriamente amenazada. Como en el caso previo, las fases identificadas en esta trayectoria fueron establecidas centralmente en base a los elementos económicos, socio-políticos, institucionales y geoestratégicos en el marco del cual la firma desarrolló sus actividades¹ y son las siguientes:

- Fase I (1965/1969) **Antecedentes**: el Programa IPD-6504 del Grupo del Departamento de Aeronaves del Instituto de Investigación y Desarrollo (PAR) del Centro Tecnológico de Aeronáutica (CTA).
- Fase II (1970/1978) **Conformación de la firma Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.**: contratista del Estado (Ministerios de Aeronáutica y Agricultura).
- Fase III (1979/1990) **Consolidación** e inserción en el mercado internacional.
- Periodo 1991/1994 **Crisis profunda**: proceso de privatización.
- Fase IV (1995/2013) **Recuperación y expansión sin diversificación**: nueva estrategia competitiva.

Al igual que en el caso anterior desarrollaremos las etapas que caracterizan el inicio de la empresa.

4.1. Antecedentes (1965-1969): el Programa IPD-6504 del Grupo del Departamento de Aeronaves del Instituto de Investigación y Desarrollo (PAR) del Centro Tecnológico de Aeronáutica (CTA)

¹ Asimismo también los criterios son arbitrarios y están orientados por el interés de la reconstrucción.

En los años 1950, luego de terminada la Segunda Guerra Mundial, el gobierno de Getulio Vargas con el apoyo del Ministerio de Aeronáutica, creado en 1941, definen como una política estratégica de Estado el desarrollo de la industria aeronáutica brasileña. Se crean en este marco el Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) en 1945 y el Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) en 1947, instalándose (a partir de 1950 en el caso del ITA que previamente funcionó en Río de Janeiro) en la ciudad de São José dos Campos en el interior de São Paulo. La creación de estas dos instituciones marca el inicio de la puesta en marcha de una estrategia de largo plazo para el apoyo a la generación de recursos humanos y capacidades locales de I+D para el sector aeronáutico.

Así, el papel adoptado por el Estado brasileño se orientó a estimular el dominio de la tecnología aeronáutica centralmente a partir del apoyo al entrenamiento de ingenieros en el exterior (casi todos militares), contratos de transferencia de tecnología con empresas extranjeras, fomento y manutención de centros de I+D y contratación de profesores e ingenieros de otros países –centralmente EEUU y Alemania.

La creación del ITA fue una iniciativa del entonces teniente-coronel Casimiro Montenegro Filho concretada a través de la cooperación con el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) de los EEUU. El primer rector y organizador del ITA fue un profesor del MIT, director del Departamento de Ingeniería Aeronáutica. Este Instituto tuvo “un impacto revolucionario en la enseñanza superior de la Ingeniería y, sobre todo, en la construcción del imaginario tecnológico brasileño (...) La actitud de ‘poder hacer’ (*can do attitude*) en investigación tecnológica con base científica implementada por el ITA por investigadores formados en el MIT fue, por ejemplo, responsable en gran parte de algunos de los programas tecnológicos desarrollados en las décadas del 60 y 70 (aeronáutica, informática, microelectrónica, espacial)”.² Por su parte, el ITA se constituye en un Instituto de

² Botelho, Antonio José Junqueira, "Da utopia tecnológica aos desafios da política científica e tecnológica: o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1947-1967)", *Revista Brasileira de Ciências Sociais* - Vol. 14 Nro. 39, 1999, p.139.

formación en donde se difunde la ideología nacionalista que orientaba a los sectores militares hegemónicos de ese momento.

En 1953, el CTA, crea un Núcleo de Investigación que al año siguiente da origen al Instituto de Investigación y Desarrollo (IPD), que contrata a alrededor de 50 ingenieros alemanes para trabajar en sus proyectos. En dicho Instituto se inician investigaciones estructuradas en cuatro departamentos: electrónica, materiales raros, aeronaves y motores. El Departamento de Aeronaves (PAR) en sus inicios quedó a cargo del ingeniero Henrich Focke que se trasladó con un equipo de 20 ingenieros desde Alemania con el objetivo de desarrollar el ambicioso proyecto de “Heliconair” o “Convertiplano” (avión de despegue vertical). El proyecto no se completó, pero fue significativo en términos del aprendizaje del equipo técnico involucrado.

El Departamento de Aeronaves desarrolla otros proyectos de helicópteros (el *Beija-Flor*, entre otros) y actividades de homologación. En 1965, a cargo de quien luego sería su primer presidente de la empresa, se inicia el desarrollo de un avión turbo-hélice: el IPD-6504 Bandeirante. El proyecto fue aprobado –luego de dos intentos fallidos– con un valor estimado en 70 millones de dólares³ y se desarrolló durante tres años a partir del trabajo del equipo del ITA/CTA⁴, bajo la dirección técnica del francés Max Holste.

En esta época se conformó el equipo técnico que se incorporaría luego a la firma. Según las palabras de su primer gerente “fue la fase en que se definió la cultura de la compañía, la estrategia de la compañía y el segmento de mercado en el que operaría”⁵. La figura de este “empresedor público”⁶ fue clave para que los proyectos pudieran concretarse ante la resistencia y escepticismo de otros actores del

³ El proyecto es aprobado sin la adjudicación de recursos adicionales y con el objetivo de servir como entrenamiento para la formación del personal, en Silva, O. *A decolagem de um sonho*. São Paulo: Lemos Editorial, 1998, p.144.

⁴ El equipo técnico del Departamento de Aeronaves estaba integrado por alrededor de 100 técnicos a los que se sumaron dos ingenieros cedidos por el ITA: Guido Fontalagant Pessotti y Plínio Junqueira.

⁵ Entrevista a Ozires Silva, 2003.

Ministerio de Aeronáutica y para organizar un equipo altamente motivado y participativo.

En ese momento, el escaso desarrollo de los medios de comunicación y la situación geográficamente alejada de los grandes centros industriales en donde se desarrollaron las actividades, limitó el horizonte espacio-temporal de los actores. Gran parte del conocimiento del mercado mundial, tanto en términos de proveedores como de clientes, se basó en las informaciones recolectadas a través de las relaciones y contactos personales. El proyecto se desarrolla con el objetivo de apoyar a la industria privada aeronáutica nacional, buscando no obstante responder a las necesidades de un mercado más amplio que el que constituía la demanda de la Fuerza Aérea Brasileña (FAB).

Una vez desarrollado el primer prototipo del *Bandeirante* se buscó interesar al capital privado nacional para fabricarlo en serie. Las distintas iniciativas orientadas a ello fracasaron y el gobierno decide crear una sociedad de economía mixta con participación mayoritaria del Estado.

El principal producto de este período consiste en el desarrollo de dos prototipos del luego denominado *EMB-110 Bandeirante*: un avión bimotor turbohélice para 19 pasajeros que vuela por primera vez en octubre de 1968.

Paralelamente el equipo del PAR desarrolla los proyectos de un avión monomotor agrícola *EMB-200/201 Ipanema* (IPD-6909) y un planeador de alta *performance* *EMB-400 Urupema*, que más tarde construirá en serie la fábrica Neiva.

Durante esta fase de la trayectoria de la empresa, antes de su creación, los desarrollos constituyeron proyectos estatales financiados totalmente por el tesoro nacional. El objetivo que orientó estos desarrollos fue la posterior transferencia de la tecnología a la industria privada nacional.

⁶ Ramamurti, Ravi, *State-Owned Enterprises in High Technology Industries. Studies in India and Brazil*. New York: Praeger Publishers, 1987.

En el periodo previo a la creación de EMBRAER la industria nacional de aviones dependía enteramente de la demanda del Ministerio de Aeronáutica. El sector privado, representado principalmente por las empresas Neiva y Aerotec (productoras de aviones leves), estaba sujeto a la demanda estatal y el mercado nacional estaba dominado por la oferta extranjera.

Los proveedores extranjeros durante esta fase fueron una fuente importantísima para la adquisición de conocimientos y los procesos de *learning by buying* fueron deliberadamente desarrollados. En sistemas hidráulicos y trenes de aterrizaje, una empresa francesa proveyó el conocimiento. En este sentido, la estrategia fue comprar a una empresa pequeña el tren de aterrizaje, con la condición de desarrollar el proyecto de sistemas hidráulicos en Brasil. Se destinaron alrededor de 9 ingenieros para aprender sobre sistemas hidráulicos y la empresa proveedora envió a dos especialistas para realizar el desarrollo del proyecto en Brasil. Otro tanto se realizó con el área eléctrica, también con una empresa pequeña francesa y con los motores canadienses. En todos los casos la compra de subsistemas incluía la venida de especialistas al país para desarrollar o instalar las piezas localmente, al tiempo que los ingenieros del equipo del CTA adquirían el conocimiento para su manejo. Esta metodología de trabajo continuó desarrollándose a lo largo de la historia de la empresa, pero tiene sus orígenes ya en esta etapa.

Durante este período los ingenieros formados en el ITA integrantes del PAR desarrollaron la parte estructural del prototipo del *Bandeirante* y la parte aerodinámica de desempeño del avión. De la parte electrónica y neumática no había conocimientos acumulados previamente. Se sabía algo sobre sistemas electrónicos, pero no existía ninguna base técnica para la instrumentación. Todo esto fue adquirido a través del intercambio con los proveedores.

Antes de la existencia de EMBRAER, en las empresas Neiva y Aerotec, los desarrollos en control automático de vuelo, instrumentación, comunicación e identificación fueron prácticamente inexistentes. El *Bandeirante* fue la primera experiencia en el área denominada de aviónica y fue concebido con la ayuda de algunas

empresas americanas como parte de su estrategia de ventas y marketing.⁷

La empresa se concentró en las ‘tecnologías-llave’ que determinan al avión como producto final, renunciando a la idea de construir un avión enteramente nacional. Así, dejó de lado la fabricación de los motores y algunas piezas –componentes y aviónicos– que por escala, mercado, confiabilidad y tecnología no podían ser fabricados localmente. Contrariamente, se concentró en el dominio de la aerodinámica, fuselaje e integración del proyecto, áreas que resultaron estratégicas para la posterior inserción en el mercado. En particular, los conocimientos relativos al fuselaje no son fácilmente adquiribles en el mercado, de allí que su desarrollo y dominio fue una de las condiciones que permitieron adquirir autonomía y competitividad a la empresa.⁸

Simultáneamente a la incorporación de conocimientos a través de los proveedores se enviaron ingenieros financiados por la FAB o el CNPq a realizar pasantías en el exterior, por ejemplo, a partir de convenios como el realizado con la ASTEF (*Association pour l'organisation des Stages en France*), Asociación francesa para la formación de mano de obra técnica. Se fue creando en este periodo un estímulo al desarrollo simultáneo de las más variadas vías y metodologías de absorción y apropiación del conocimiento.

La dirección técnica del equipo estuvo a cargo del francés Marc Holste, con una excelente formación técnica, pero que renunció ante la imposibilidad de adaptarse a las condiciones de trabajo y dificultades que se encontraron en el desarrollo del proyecto del Bandeirante. Cuando Guido Pessoti asume como Director de Ingeniería de la flamante empresa constituye un equipo enteramente brasileño con capacidad para re-proyectar el prototipo del Bandeirante, no solo en sus

⁷ Cabral Arnoldo, *Análise do desempenho tecnológico da indústria aeronáutica brasileira*. Tesis de doctorado, ITA, São José dos Campos, Brazil, 1988.

⁸ Dagnino, Renato, *A indústria de armamentos brasileira: uma tentativa de avaliação*. Tesis de doctorado, UNICAMP, 1989.

partes estructurales estáticas, sino también en los aspectos de las cargas dinámicas que influyen sobre la estructura de cualquier aeronave.

4.2. Conformación de la firma (1970/1978): contratista del Estado (Ministerios de Aeronáutica y Agricultura)

La creación de EMBRAER se concretó en el momento en que un triunvirato integrado por los Ministros del Ejército, Aeronáutica y Marina asumió el poder debido a la muerte del Presidente Costa e Silva. El gobierno de Costa e Silva significó un cambio en las facciones militares al mando de la "Revolución". Los "castelistas" fueron separados y surge una nueva coalición comandada por grupos nacionalistas liderados por el coronel Albuquerque Lima. El fin de la década del sesenta e inicios de los 1970 se caracterizó por altas tasas de crecimiento, estabilidad interna con una inflación controlada, equilibrio fiscal y superávit comercial.

La ideología nacionalista de los militares en el gobierno y el espíritu desarrollista de la época se cristaliza en el I Plan Nacional de Desarrollo para el periodo 1972/74, implementado durante el gobierno de Médici. El Plan tuvo como objetivo incluir a Brasil entre los países desarrollados duplicando para 1980 la renta *per cápita* y alcanzar una tasa de crecimiento de entre el 8 y 10 % para el periodo. Basado en una estrategia industrialista, buscó el fortalecimiento de la industria nacional, especialmente a partir del apoyo a los sectores de bienes de capital y de alta intensidad tecnológica.

El Plan Básico de Desarrollo Científico y Tecnológico (PBDCT) para el periodo contempló el desarrollo de áreas tecnológicas prioritarias (energía nuclear, investigación espacial, oceanografía, industrias intensivas en tecnología e investigación para el sector agrícola), el fortalecimiento de la capacidad de innovación de la empresa nacional, privada y pública, la transferencia de tecnología y la integración entre la industria y la universidad.

El argumento geopolítico tradicional de los militares que sustenta el ideal de “Brasil-Potencia” basándose en el peso demográfico y económico del país y en los recursos naturales y su posición geoestratégica dentro del ámbito internacional, se complementó con la apelación a la importancia del desarrollo científico-tecnológico para el logro de la autonomía y la soberanía nacionales.

A mediados de la década de 1970 el nuevo gobierno del general Ernesto Geisel (1974-1978) adopta una política nacional desarrollista, a pesar de los efectos recesivos de la economía mundial después de la crisis del petróleo de 1973. El II Plan Nacional de Desarrollo continuó dando importancia estratégica al conocimiento científico y tecnológico, como soporte a un programa ambicioso de industrialización pesada y de redireccionamiento de la economía hacia un modelo basado en las exportaciones.

La empresa fue creada por iniciativa federal y fundada el 2 de enero de 1970 como sociedad de economía mixta de capital abierto, controlada por la Unión y el Ministerio de Aeronáutica. La idea original fue crear una empresa privada, pero los esfuerzos realizados para lograr que el capital nacional se interesara no tuvieron éxito.

Su conformación bajo la ley de empresa privada en la que el Estado participa mayoritariamente a través de su Directorio es señalada por algunos autores como la forma de camuflar el hecho de ser una empresa pública, en aquel momento no preferidas como la forma de desarrollo económico privilegiada. No obstante, el formato de empresa pública asociada al capital privado ya existente en la época –como en el caso de Petrobrás– era una solución aceptable y relativamente prestigiosa dada la eficiencia y cierta garantía de transparencia que tenían algunas empresas públicas en la época – como era el caso de Embratel. Este formato dio a la empresa una relativa autonomía de funcionamiento que explica el tipo de administración desplegada por la iniciativa.

Luego de las gestiones del entonces director del CTA se consiguió la aprobación del proyecto. Un incentivo fiscal fijado en el 1% de deducción a las tasas del Impuesto a la Renta de las empresas que

invirtiesen en el proyecto fue utilizado como sistema de capitalización por parte de inversiones privadas.

Recibió un importante apoyo del Estado bajo la forma de incentivos fiscales y beneficios⁹, políticas de compra gubernamental¹⁰, estímulo a la formación de recursos humanos de alto nivel, fomento de la investigación básica y aplicada.

EMBRAER fue concebida como una montadora final¹¹ dedicada al montaje de aviones a partir de un proyecto aeronáutico endógenamente generado. Considerada el "brazo tecnológico industrial" del Ministerio de Aeronáutica fue contratada inicialmente para la fabricación del turbohélice Bandeirante.

A lo largo de su trayectoria el apoyo del Centro Tecnológico de Aeronáutica (CTA) y el Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) fue clave. En este sentido, tuvo a una escuela y un centro de tecnología cautivos a los que sumó un alto grado de interacción con las universidades y centros e institutos de investigación nacionales.¹²

Ya a fines de 1974 EMBRAER tenía 3.500 empleados y un capital de cerca de 20 millones de dólares. Esta fase de la empresa fue definida por uno de los entrevistados como la fase del "pionerismo". La

⁹ En 1974, por decreto-Ley Nro. 1386, EMBRAER fue exenta del pago del Impuesto a los Productos Industrializados (IPI) y en 1976 con exenciones al pago del Impuesto sobre Circulación de Mercaderías (ICM). (Bernardes 2000: 172)

¹⁰ En 1975 con la creación del Sitar (Sistema Integrado de Transportes Aéreos Regionales) se dividió al país en 5 regiones operadas por 4 empresas de transporte aéreo a las que se otorgó líneas de financiamiento para comprar Bandeirantes, especialmente adaptados a sus necesidades operativas. Como resultado de esta medida fueron compradas 52 unidades.

¹¹ Dagnino, Renato, "To the barracks or in the labs? Military programmes and Brazilian S&T policy". *Science and Public Policy*, 20, 1994.

¹² Dagnino, Renato, "Estudo da competitividade da indústria brasileira: Competitividade da indústria aeronáutica". Nota técnica setorial. In Coutinho, Luciano & Ferraz, João Carlos, (Eds.), *Estudo da competitividade da indústria brasileira*. Campinas: IE/UNICAMP/MCT/ FINEP/PADCT, 1993.

producción del periodo abarca *aviones comerciales, militares y aviones leves*.

Entre los *aviones comerciales* se destaca el EMB 110/111 Bandeirante, un turbohélice para 19 pasajeros, que fue el 1er. avión producido localmente por la empresa y un gran éxito comercial (500 unidades vendidas) dado que ocupó una demanda de mercado no solo interna, sino también externa –especialmente de los EEUU. El EMB 110 es certificado por el CTA en 1972 y como producto de la empresa se mantiene entre 1971 y 1992.

El EMB 121 Xingu, un avión turbohélice ejecutivo para 7 u 8 pasajeros fue el otro modelo desarrollado durante esta fase. Fue el primer avión presurizado de la empresa. No tuvo mucho éxito comercial (100 unidades vendidas) porque prácticamente en el mismo momento la empresa *American Company Beech* lanzó un avión más económico en la misma franja de mercado. Para este desarrollo la empresa no contó con una encomienda previa del Ministerio de Aeronáutica (aunque contó con el pedido de la Fuerza Aérea francesa) y fue concebido como uno de los proyectos dentro de un conjunto de aviones bajo el concepto de familia (Araguaia y Tapajós) que luego no fueron concretados.

Entre los *aviones militares* desarrollados en esta fase se destacan: el EMB-326G Xavante fabricado en el marco de un acuerdo de cooperación con Italia realizado por el Ministerio de Aeronáutica a partir de la compra de 112 Xavantes de la empresa italiana Aermacchi. Se importó en forma de *kits* para ser armados en Brasil y los primeros aviones fueron entregados en 1971; y el EMB-312 Tucano que marcó el inicio, en 1978, del desarrollo de aviones militares propios con el proyecto para reemplazar los aviones de entrenamiento de la Academia de la Fuerza Aérea. En la fase siguiente de la empresa, a partir de 1983 son vendidas las primeras unidades. La versión diseñada para ser vendida a la Fuerza Aérea británica que introdujo varias modificaciones fue denominada Super Tucano.

Entre los *aviones leves* se destacan: la línea de aviones leves producidos a partir de un acuerdo de licenciamiento realizado en 1974

con la empresa *Piper Aircraft Company*, que luego serán fabricados por la futura subsidiaria Neiva e inician su comercialización en 1975¹³; el EMB 200/201 Ipanema: un avión de uso agrícola desarrollado como el Bandeirante en el CTA y que vende sus primeras unidades al Ministerio de Agricultura en 1972; y el planeador EMB-400 Urupema que fue también transferido desde el CTA para su producción en EMBRAER y vendió 10 unidades al Ministerio de Aeronáutica.

El Estado nacional fue el principal cliente durante toda esta fase de la empresa, no obstante, en 1975 se logran las primeras exportaciones de Bandeirantes con certificación brasileña a países de América Latina – primero a Uruguay y luego a Chile.

El convenio de cooperación con *Aermacchi* para la producción bajo licencia del avión de entrenamiento para la Fuerza Aérea, el Xavante, le permitió a la firma el desarrollo de los conocimientos necesarios para la producción en serie que aun no había desarrollado. El entonces presidente de EMBRAER participó de las comisiones de compra de los aviones e incluyó en los contratos cláusulas relativas a la transferencia del “*know how*” de producción de la firma italiana, necesarios para la fabricación en serie del Bandeirante.

Con la *Piper Aircraft Company* a partir de 1974 firmó dos convenios para la producción de aviones livianos de uno y dos motores para el mercado interno¹⁴, también bajo licencia, que permitieron a la firma desarrollar importantes aprendizajes para la comercialización de sus productos y para la asistencia post-venta. En el programa de montaje de aviones leves más de 50 empresas locales recibieron

¹³ Los aviones monomotor Dakota, Turbo Arrow IV, Archer II y dos versiones Saratoga, fueron rebautizados por EMBRAER con los nombres de EMB-710 Carioca, EMB-711 Corisco, EMB-712 Tupi, EMB-720 Minuano y EMB-721 Sertanejo, respectivamente. El bimotor Seneca mantuvo la misma denominación EMB-810 Seneca y el Chieftain se llamó EMB-820 Navajo.

¹⁴ El programa de cooperación con la empresa *Piper* comenzó a comercializar sus primeros aviones al siguiente año de firmado en 1975, y en los primeros 6 años del convenio ya se habían producido más de 1.500 unidades.

subcontrataciones y a partir de 1980 la empresa Neiva se hace cargo del programa, ya como subsidiaria del grupo EMBRAER.

Un ejemplo de la racionalidad que guió a los dirigentes de la empresa en aquel momento lo constituye la opción de celebrar el acuerdo con la empresa *Piper* en lugar de la *Cessna*, que en aquel momento detentaba el 60% del mercado de aviones leves de Brasil. Dicha empresa no aceptó que EMBRAER pudiese incorporar modificaciones a los modelos *Cessna* fabricados en Brasil para no arriesgar la calidad de sus productos. Esta desconfianza en las capacidades de EMBRAER, que fue considerada ofensiva por parte de sus dirigentes, sumado a la no aceptación del pago de *royalties*, llevaron a concretar el acuerdo con la *Piper*. *Cessna* prácticamente quedó fuera del mercado brasileño (de vender alrededor de 400 aviones en 1973, pasó a un total de 5 en 1976), luego de que el Estado en 1975 subiese el impuesto para aviones importados de esa categoría del 7 al 50% y exigiese a los importadores un depósito de un año sin intereses equivalente al precio de los productos industrializados importados. La “Ley de similares” existente en Brasil desde 1890 y que no había tenido efecto hasta el momento, limitó seriamente las importaciones de aviones dado que estipulaba que cuando un producto fuese producido en cantidad y calidad suficientes en el territorio nacional sería protegido de las importaciones.

En esta fase inicial y en un contexto de escaso desarrollo industrial, EMBRAER se ocupó de consolidar una red de proveedores locales para sus necesidades. La empresa se encargó de transferir las normas técnicas y de control de calidad a las empresas proveedoras e inclusive inspeccionar el material utilizado, especialmente cuando se trataba de material importado. Durante una década la empresa compró la materia prima para los proveedores.

La participación del presidente de la firma en la Comisión del Ministerio de Aeronáutica encargada de la compra de un avión supersónico para la FAB, impulsó una contratación que permitió la absorción de los conocimientos necesarios para la fabricación en serie. El prototipo del Bandeirante estaba compuesto por piezas únicas, con diseños particulares, que precisaban de sistemas de archivos especiales

para ser encontradas en los estantes de almacenamiento. Los conocimientos necesarios para la fabricación en serie, con lo que ello implica en términos de requisitos de padronización del equipamiento, numeración de piezas, códigos internacionales de catalogación, documentación técnica que debe acompañar al avión, no habían sido aun desarrollados por la empresa. La compra de los aviones Mirage y Xavante supuso el trabajo de hasta 60 franceses e italianos en la planta, transfiriendo los conocimientos de producción en serie a los equipos de trabajo locales¹⁵. A través de esta experiencia EMBRAER en 5 años consiguió fabricar 4 Bandeirantes por mes.

Ya en 1973 EMBRAER comienza a desarrollar la tecnología de producción de materiales compuestos a partir de la transferencia de conocimientos por parte de la empresa norteamericana *Northrop United Technologies*, cuando fue contratada por la Fuerza Aérea para producir los empenajes del caza supersónico F-5. Este acuerdo permitió la capacitación en soldaduras metal-metal, materiales compuestos y en el uso de máquinas de control numérico. Actualmente, la empresa está en condiciones de proveer los paneles de montaje de los satélites para el INPE y los *flaps* para el *trijet* MD-11 de la empresa *Mc Donnell Douglas*.

Además de la tecnología de presurización desarrollada para el Xingu, en el área de aviónica este proyecto introdujo tecnologías no utilizadas hasta el momento. El sistema de navegación, comunicación e identificación y el piloto automático aunque analógicos, salvo el radar que era digital, introdujeron nuevas prestaciones. Las generaciones sucesivas del Bandeirante fueron incorporando navegadores omegas digitales basados en minicomputadoras y el EMB-111 incorporó un navegador inercial digital ya en 1976.

¹⁵ En el contrato con Aermachi se estableció la fórmula de "crédito hombres/hora" para el traslado a Brasil de los técnicos italianos que asesoraron en cuestiones relativas a la organización y logística de los procesos de fabricación. Según el relato de uno de los entrevistados este "crédito" fue utilizado también para cubrir las necesidades de fabricación del Bandeirante.

En el área de aerodinámica el desarrollo de perfiles (alas) en EMBRAER comenzó con la utilización de perfiles de dominio público desarrollados y publicados por la NACA (actual NASA). Tanto el Bandeirante como el Xingu fueron diseñados de esta manera.¹⁶

En el acuerdo para la producción de aviones leves, la *Piper* fue responsable del *know how* necesario para el montaje y fabricación de las piezas, así como de la asistencia técnica en control de calidad, en la manipulación de materiales y en la fabricación. La empresa americana recibió un porcentaje por los componentes enviados a EMBRAER, el cual se redujo a medida que se substituyeron en forma progresiva por piezas producidas localmente. No obstante, aun con el 100% de producción nacional, la empresa recibía un porcentaje por la manutención y otros servicios técnicos. En una primera fase, se enviaron las estructuras completas de fuselaje, empenajes y las alas para su montaje e instalación final. En la segunda fase, se reciben sub-montajes estructurados para montar y, en la tercera fase, la *Piper* envía todas las piezas y componentes para ser montados en Brasil.

La relación con esta empresa fue muy importante para el aprendizaje en la comercialización de los productos y generó la rutina interna de seguir los padrones de homologación y certificación para vuelos internacionales. Este ítem fue clave para la inserción de la empresa en mercados externos. A partir de 1977 EMBRAER inicia su participación en las ferias internacionales aeronáuticas, a las que nunca dejará de asistir en adelante. En la Feria Aeronáutica de *Le Bourget* en Francia realiza las primeras ventas internacionales. En 1978 logra la homologación/certificación americana del Bandeirante.

Desde aquellos inicios hasta la actualidad la empresa continúa su trayectoria que la constituye actualmente y, a partir de 1994 gerenciada por capitales privados, en una de las principales productoras de aviones de porte medio.

5. Consideraciones finales

¹⁶ Cabral, op.cit.

Trayectorias de empresas productoras de 'bienes complejos' en el ámbito latinoamericano: los casos de INVAP S.E. y EMBRAER S.A.

El trabajo se centra en los orígenes de las firmas con el objeto de indagar los elementos que hicieron posible la conformación de estos emprendimientos en el ámbito local/regional. Las dos empresas surgen en el marco de regímenes políticos militares que consideran las áreas de desarrollo iniciales de las firmas (nuclear y aeronáutica respectivamente) como estratégicas para el desarrollo tanto tecnológico como industrial y de defensa de sus países.

Tanto los fundadores de INVAP como los de EMBRAER inician sus actividades como integrantes de programas al interior de instituciones de ciencia y tecnología nacionales (CNEA y CTA, respectivamente) dedicadas al desarrollo tecnológico en sus sectores de pertenencia y con una cercanía muy fuerte a instituciones de formación en el área (Instituto Balseiro e ITA, también respectivamente).

En ambos casos el origen de las empresas se ve posibilitado por una demanda garantizada por el sector estatal – CNEA mediante el Plan Nuclear Argentino y contratos con los Ministerios de Aeronáutica y Agricultura en el caso de Brasil – y los aprendizajes iniciales se ven asociados a las actividades de las instituciones en el marco de las cuales surgen los primeros proyectos de desarrollo.

Por último, en ambos casos la ideología tecno-nacionalista caracteriza a los grupos que estuvieron en la base de los emprendimientos. Tanto en Brasil como en Argentina la ideología de los grupos creadores de las iniciativas cultivó un espíritu de cuerpo en donde la máxima del “nosotros podemos/debemos poder hacerlo” permitió abordar desafíos productivos poco usuales en nuestros territorios.

Las fases siguientes de las firmas (ver cuadro 1) permiten identificar las semejanzas aunque desde ya también muchas de las diferencias que caracterizan a estas iniciativas. El análisis de dicha trayectorias en su totalidad queda para un trabajo futuro.

CUADRO 1 - Las trayectorias de la firmas EMBRAER S.A. e INVAP S.E

	EMBRAER S.A.		INVAP S.E	
Fase I	1965– 1969	Antecedentes: Programa IPD-6504 del Grupo del Departamento de Aeronaves del Instituto de Investigación y Desarrollo (PAR) del Centro Tecnológico de Aeronáutica (CTA)	1971 – 1976	Antecedentes: Programa de Investigaciones Aplicadas (PIA) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)
Fase II	1970– 1978	Creación de la firma: contratista del Estado (Ministerios de Aeronáutica y Agricultura)	1976 – 1984	Creación de la firma: contratista del Plan Nuclear Argentino
Fase III	1979– 1990	Consolidación e inserción en el mercado internacional	1984 – 1988	Inserción en el mercado internacional: Área nuclear
Crisis	1991/ 1994	Crisis profunda y proceso de privatización	1989 / 1991	Crisis financiera e institucional
Fase IV	1995– 2013	Recuperación y expansión sin diversificación: nueva estrategia competitiva	1992 – 2002	Recuperación y diversificación: Área Espacial
Fase V			2003 – 2013	Crecimiento sostenido y reorientación al mercado interno

Si bien es una afirmación muy comúnmente adoptada en la literatura económica el que las decisiones tecnológicas son típicamente decisiones económicas y la lógica del capital está por detrás de su desarrollo¹⁷, habría que rever esta afirmación a la luz de los casos analizados. En sus inicios, las iniciativas surgen al amparo de proyectos estratégicos estatales financiados – si bien de diferente manera– con recursos públicos. En los orígenes de las iniciativas no se

¹⁷ Hughes, Thomas P., *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1983 y Mac Kenzie,

comprometieron inversiones privadas para su ejecución, aun cuando en uno de los casos -Embraer- ello fue buscado deliberadamente. En los hechos, la apuesta claramente estuvo en manos del sector público. Y puede sostenerse que las trayectorias analizadas solo fueron posibles gracias a las motivaciones "extra-económicas" de los actores protagónicos que involucran el valor simbólico asociado al desafío que representa realizar este tipo de empresas en un espacio en que ello es poco común.

Aunque no lo analizamos aquí en su totalidad el rol del Estado en la evolución de las trayectorias analizadas es insoslayable. En el inicio constituye el espacio de formación de los actores que la llevaron adelante, luego, el mercado/cliente y la fuente de conocimientos que hizo viable su existencia. Sin la demanda del Estado nacional por desarrollos en el área nuclear y aeronáutica, las acciones de los actores protagónicos no hubiesen tenido lugar.

Bibliografía

Adler, Emanuel, *The power of ideology. The quest for technological autonomy in Argentina and Brazil*. Berkeley: University of California Press, 1987.

-----"State Institutions, Ideology, and Autonomous Technological Development: Computers and Nuclear Energy in Argentina and Brazil". *Latin American Research Review*, 23, 1988, p. 59-90.

Arrow, Kenneth, "The economic implications of learning by doing." *The Review of Economic Studies* 29, 1962, p.155-173.

Bernardes, Roberto, *EMBRAER, eles entre Estado e Mercado*. São Paulo: Editora Hucitec, FAPESP, 2000.

Botelho, Antonio José Junqueira "Da utopia tecnológica aos desafios da política científica e tecnológica: o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1947-1967)", *Revista Brasileira de Ciências Sociais* - Vol. 14 Nro. 39, 1999, pp.139-154.

Cabral, Arnaldo, *Análise do desempenho tecnológico da indústria aeronáutica brasileira*. Tesis de doctorado, ITA, São José dos Campos, Brazil, 1988.

Dagnino, Renato, *Brazilian Aeronautics Industry*, IG/UNICAMP, Campinas, 1987.

----- *A indústria de armamentos brasileira: uma tentativa de avaliação*. Tesis de doctorado, UNICAMP, 1989.

-----“Estudo da competitividade da indústria brasileira: Competitividade da indústria aeronáutica”. Nota técnica setorial. In. Coutinho, Luciano & Ferraz, João Carlos (Eds.), *Estudo da competitividade da indústria brasileira*. Campinas: IE/UNICAMP/MCT/FINEP/PADCT, 1993.

----- “To the barracks or in the labs? Military programmes and Brazilian S&T policy”. *Science and Public Policy*, 20, 1994.

Dagnino, Renato y Proença Jr, Domicio. “Brazilian Aeronautics Industry”, *International Employment Policies Working Paper 23*, Geneva: ILO, 1989.

Hobday, Mike, "The project-based organisation: an ideal form for managing complex products and systems?" *Research Policy* 29, 2000, p. 871-893.

Hurtado, Diego, *El sueño de la Argentina atómica: política, tecnología nuclear y desarrollo nacional. 1945-2006*, Buenos Aires: Edhasa, 2014.

Hughes, Thomas P., *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1983.

Mac Kenzie, Donald y Judy, Wajcman, *The Social Shaping of Technology. How the refrigerator got its hum*. Milton Keynes, Philadelphia: Open university Press, 1985.

Mani, Sunil, "Exports of High Technology Products from Developing Countries: Is it Real or a Statistical Artifact", *Discussion Papers*, Maastricht: UNU/INTECH, 2000.

Ramamurti, Ravi, *State-Owned Enterprises in High Technology Industries. Studies in India and Brazil*. New York: Praeger Publishers, 1987.

Silva, Ozires, *A decolagem de um sonho*. São Paulo: Lemos Editorial, 1998.

Spina Forjaz, Maria Cecilia, "As origens da Embraer", *Tempo Social, Revista de Sociologia da USP*, v. 17, n. 1, 2004, p. 281-298.

Solingen, Etel, *Industrial Policy, Technology, and International Bargaining. Designing Nuclear Industries in Argentina and Brazil*. Stanford, California: Stanford University Press, 1996.

Teitel, Simón, "Understanding Firm Performance: The Case of Developing Countries's Firms that Compete Internationally In Technologically Advanced Industries", *International Centre For Economic Research*, Working Paper No. 43, Torino, Italia, 2007.

Thomas, Hernán; Versino, Mariana y Lalouf, Alberto, "La producción de tecnología nuclear en Argentina: el caso de la empresa INVAP", en *Desarrollo Económico* N°188, Vol.47, Enero-Marzo, 2008, p. 543-575.

----- "Invap: una empresa nuclear y espacial argentina", en Thomas Hernán; Santos, Guillermo y Fressoli, Mariano, *Innovar en Argentina. Seis trayectorias empresariales basadas en estrategias intensivas en conocimiento*. Buenos Aires: Lenguaje Claro Editora, 2013.

Versino, Mariana, "Análise socio-técnica de processos de produção de tecnologias intensivas em conhecimento em países subdesenvolvidos. A trajetória de uma empresa nuclear e espacial argentina (1970-2005)", Tesis de Doctorado, *Universidade Estadual de Campinas*, Editora UNICAMP, 2006.

Wajcman, Donald y Wajcman, Judy, *The Social Shaping of Technology. How the refrigerator got its hum*. Milton Keynes, Philadelphia: Open university Press, 1985.

Entrevista referenciada

Entrevista a Ozires Silva, primer presidente de la firma, Sao José dos Campos, 11 de junio de 2003.